

سلسلة عليّة تهذّبت عن ذنوب البحث والدراسة
تم الإخراج بجامعة الكويت - الجمعية الجغرافية الكويتية

جيو مورفولوجية منطقة كازمية

المختص الهيدروجيو مورفولوجية للرواسب الساحلية
(دراسة تطبيقية)

د. محمد اسماعيل الشيخ

قسم الجغرافية - جامعة الكويت

الكويت ١٩٩٢م

رسائل جغرافية

نشرة دورية محكمة تسمى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

إشراف

أ. د. عبد الله يوسف الفقيه

محرر المحرر

الأستاذ إبراهيم محمد الشطي الأستاذ الدكتور زين الدين عبد المقصود
الدكتور عبد الله رمضان الكندري الدكتورة فاطمة حسين عبد الزاق

محررة التحرير

إقبال الزيد

الجمعية الجغرافية الكويتية

معيمة علمية تهدف إلى النهوض بالدراسات والبحوث الجغرافية
وتوثيق الروابط بين الشغليين في مجالات جغرافية داخل الكويت وخارجها

بإشراف

إبراهيم محمد الشطي الرئيس

أ. د. عبد الله يوسف الفقيه د. أمل يوسف الغدي الصباح
د. طيبة عبد المحسن العصفور د. فاطمة حسين عبد الزاق
محمد سعيد أبو غيث عاتق طالع تيمية هاشم
جعفر يعقوب الشريان فيصل عثمان الصيراف

جیومورفولوجیہ
منطقہ کے ضمن میں
انتہائی الہیڈرو جیومورفولوجیہ اور واسطہ الطبیعی
(دراسۃ تطبیقیہ)

سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والتجربة
من الجغرافيا بجامعة الكويت - الجمعية الجغرافية الكويتية

جيو مورفولوجية منطقة كازمينا

المصنف الهيدروجيو مورفولوجية للرواسب الساحلية
(دراسة تطبيقية)

د. محمد عيسى الشخ
قسم الجغرافية - جامعة الكويت

الكويت

١٩٩٢ م



مقدمة :

دأبت حكومة الكويت من خلال هيئاتها ومؤسساتها المختصة على تنفيذ خطة التخضير التي كانت قد رسمتها منذ عهد قريب وهيأت لها كل الوسائل والامكانيات العلمية منها والمادية . وضمن هذا الإطار فقد أختيرت المنطقة الواقعة شمال جون الكويت، والممتدة بين ساحل البحر من جهة الجنوب والجنوب الشرقي وبين أقدام الحافة الصخرية لجال الزور من جهة الشمال والشمال الغربي، لتُشكّل في المستقبل حديقة وطنية *Parc national* للكويت ولتصبح رئة حقيقية للتجمع الحضري الكويتي المتزايد ومتنفساً طبيعياً له . أما القطاع الذي يمثل موضوع بحثنا الميداني هذا فيشكل قطاعاً صغيراً من تلك المنطقة المختارة، يمثلها أصدق تمثيل من وجهة النظر الطبيعية والبيئية كما يضم جميع وحداتها المورفولوجية الهامة التي قمنا بتصنيفها وعرض أهم خصائصها الطبيعية باختصار شديد .

لقد قمنا باعداد خطة متكاملة لبحثنا هذا منذ حوالي ثلاث سنوات كما قمنا باجراء كافة الترتيبات العلمية والمخبرية اللازمة له بدعم مالي كامل من إدارة البحوث في جامعة الكويت* التي هيأت لنا فرصة الاطلاع على أحدث أساليب وطرق البحث العلمي الميداني المطبق في العديد من المناطق الجافة وشبه الجافة .

(*) بحث مدعّم من قبل جامعة الكويت - إدارة البحوث تحت رقم AG 006

وهكذا فقد اتاحت لنا فرصة زيارة بعض المعاهد العلمية ومراكز البحوث المتخصصة في هذا المجال منها مركز الجغرافية التطبيقية . centre de Géographie Appliqué C.G.A. ومركز الدراسات والأبحاث الايكوجغرافية centre d' Etudes et de Recherches Eco. Geographiques CEREG مما ساعد على اغناء البحث وتعميق منهجه وطريقته *

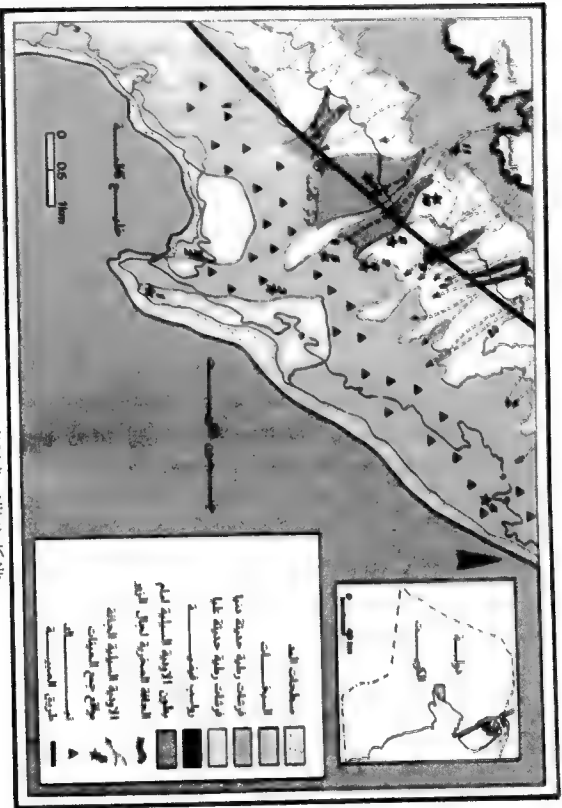
لقد ركزنا جل اهتمامنا في هذا البحث على دراسة الوسط الطبيعي من خلال التعرف على أهم خصائصه المميّزة كما حاولنا جاهدين تحديد مدى حساسيته إزاء التطرف المناخي وضآلة معدلات التساقط وإزاء التدخل البشري العشوائي المفرط الذي أدخل بالتوازن البيئي القائم . لقد حرصنا في الوقت نفسه على تحاشي أي شكل من أشكال التعميم العلمي المطلق أو الاعتماد على نتائج وخلاصات دراسات سابقة تمت في مناطق مشابهة من صحارى العالم ، وبذلنا قصارى جهدنا لتحديد ديناميكية الوسط الطبيعي في القطاع المدروس من خلال متابعة التغيرات الهيدرولوجية في الرواسب السطحية وتحديد الخصائص الميكانيكية والحجم الحبيبي لتلك الرواسب وقياس محتواها الرطوبي وقدرة الاحتواء الرطوبي الخاص بكل منها Potentiel matriciel^(١) ودرجة PF^(٢) المرتبطة به . لقد اعتمدنا في بحثنا هذا ، بطبيعة الحال ، على أساسيات علم الجيومورفولوجية في مجال جمع العينات والتحليل الميكانيكي لمكوناتها بهدف استكشاف العلاقة القائمة بين الخصائص الميكانيكية للرواسب وبين معدل احتوائها الرطوبي ، إلا أننا اعتمدنا في نفس الوقت على أساسيات علوم أخرى كعلم التربة pédologie وعلم الهيدرولوجية

(*) عُرِضَ المخطط الأولي لهذا البحث ونوقش أثناء الزيارة العلمية التي قام بها الباحث إلى مركز الجغرافيا التطبيقية CEREG C.G.A ومركز الدراسات والأبحاث الايكولوجية في ستراسبورج Strasbourg فرنسا في الفترة من ٢٢ إلى ٣٠ أيلول - سبتمبر من عام ١٩٨٨ .

بالشكل الذي يثبت قدرة الجيومورفولوجي خاصة والجغرافي بشكل عام على ترسيخ دعائم بحثه العلمي عن طريق استخدام مناهج ومعطيات علوم الأرض الأخرى ومن خلال الاستفادة من ترابط وتلاقي خلاصاتها ونتائجها.

هدف البحث:

يتلخص الهدف الأساسي لهذا البحث الميداني في محاولة استكشاف الدور الذي تلعبه الخصائص الفيزيائية للتشكيلات السطحية في مختلف الوحدات المورفوبيدولوجية في القطاع المدروس في مجال التغيرات التي تطرأ على قدرة الاحتواء المائي لتلك التشكيلات *potentielle matriciel* أو السعة المائية لها خلال مختلف الفصول وخاصة خلال فصل الجفاف الطويل. ولهذا فلم نكن نستهدف متابعة تغيرات المحتوى المائي في تلك التشكيلات السطحية فحسب بل عمدنا إلى تحديد المحتوى المائي المتاح *eau disponible* التي يمكن للنباتات الموجودة في المنطقة أو لتلك التي سيتم استزراعها الاستفادة منه واستخدامه في دورتها الحياتية وفي نموها. وهكذا فقد تركّز جُلّ اهتمامنا على محاولة الربط بين قدرة الاحتواء المائي للتشكيلات السطحية المدروسة وبين الخصائص الفيزيائية لتلك التشكيلات وخاصة التركيب الحجمي والحبيبي لها الذي يؤثر من خلال الخاصية الشعرية *Ac- tions capillaires* والضغط الاسموزي *pression osmotique* ومن خلال قوة الالتحام بحبيبات التربة *Adhesion*، وأخيراً من خلال النسبة المئوية للماء غير المتاح *L'eau indisponible* التي تتحدد عن طريق الحجم الحبيبي لتلك التشكيلات. فإذا كانت نسبة هذا الماء غير المتاح تتراوح بين ١٥ إلى ٢٠٪ في التربة الطينية فإنها لا تزيد عن ١٪ في التربة والتشكيلات الرملية السائدة في القطاع المدروس (محمود عبدو العودات ١٩٨٥).



(الشكل ١) الامايع العامة المرفوف - بيدولوجية في منطقة الدراسة.

طريقة البحث :-

اعتمد البحث بشكل جوهري على الدراسة الميدانية، فقبل أن نبدأ جولات جمع العينات وتحديد التركيب الحجمي للرواسب وقياس محتواها المائي مع نهاية فصل الأمطار الربيعي لعام ١٩٨٩، كنا قد قمنا بدراسة استطلاعية للمنطقة بهدف التعرف على معالمها الطبيعية الهامة وتحديد العناصر التالية:

- ١ - عنصر الانحدار في مختلف أجزاء المنطقة المدروسة.
- ٢ - عنصر المنسوب فوق مستوى المد الأعلى
- ٣ - الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية والأشكال الدقيقة للسطح.
- ٤ - التشكلات الجيولوجية والبيدولوجية السائدة في القطاع المدروس.
- ٥ - الحياة النباتية السائدة في المنطقة ومدى تدهورها.

وقد توصلنا من خلال هذه العناصر إلى تمييز الوحدات المورفو - بيدولوجية التي يشملها القطاع المدروس وهي:

- ١ - السبخات وخاصة الجافة منها.
- ٢ - حقول النباك أو الكثبان الساحلية.
- ٣ - الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.
- ٤ - الفرشات الرملية الحديثة العليا.
- ٥ - بطون الأودية الجافة عند أقدام جبال الزور (شكل ١).

وقد استهدفت أولى جولات جمع العينات تحديد الخصائص الميكانيكية للرواسب السطحية وذلك عن طريق إجراء التحليل الحجمي الحبيبي لعينات من تلك الرواسب مأخوذة على الأعماق التالية: ٥ سم، ٢٥ سم، ٧٥ سم، ١٢٥ سم. وقد اعتمدنا في عملية جمع العينات على تلك الأعماق طريقة الحفر اليدوي التقليدية، فبعد اختيار مواقع الحفر وأحداثياتها ونقاط الارتكاز التي تمكن من الاهتمام إليها في كل جولة من الجولات، قمنا بانجاز حفر مستطيلة الشكل بطول

١٥٠ سم وعرض ٦٠ سم وعمق ١٢٥ سم، كما حرصنا على أن تكون جوانب كل حفرة من هذه الحفر رأسية قدر الامكان وخاصة لحظة التقاط كل عينة ووضعها في العبوات المخصصة لهذا الغرض.

لقد حرصنا أيضاً على جمع العينات المخصصة لقياس وتحديد المحتوى المائي من نفس الحفر التي كنا قد جمعنا منها العينات المخصصة للتحليل الحجمي وعلى نفس الأعماق آنفة الذكر. ولعل ما دفعنا إلى التوغل بعيداً إلى هذه الأعماق (١٢٥ سم) هو قدرة المجموعة الجذرية للعديد من النباتات التي تتحمل الجفاف xerophytes على الذهاب بعيداً في أعماق التربة الرملية وذلك بحثاً عن الماء المتاح الذي تستطيع امتصاصه والاستفادة منه.

وتتلخص خطوات عملية جمع العينات في إللاج أنبوية معدنية في جوانب كل حفرة بشكل متعامد مع تلك الجوانب الرأسية وذلك على أربع مستويات هي ٥ سم، ٢٥ سم، ٧٥ سم، ١٢٥ سم من سطح الأرض بحيث تمتلئ تلك الأنبوية بكمية من الرواسب يبلغ وزنها حوالي ٤٠٠ جرام، وبعدها يتم تفريغ الأنبوية فوراً في عبوات مخصصة لهذا الغرض يجرى إغلاقها بإحكام بعد لصق الغلاف البلاستيكي الخاص على فوهة تلك العبوات وذلك لمنع أي شكل من أشكال الضياع الممكن للماء أو للرطوبة التي تحتويها العينة عن طريق التبخر. وقد كان يتم قياس وتحديد المحتوى المائي - الرطوبي في كل عينة مباشرة في نفس اليوم أو في اليوم التالي* (صورة ١).

(*) تم اجراء التحاليل المخبرية اللازمة لتحديد المحتوى المائي - الرطوبي في مختبر معهد الكويت للأبحاث العلمية KISR: مختبر التحاليل المركزي، ومختبر قسم الزراعة، وذلك بعد أن حددنا للفنيين العاملين في تلك المختبر الهدف المطلوب من تلك التحاليل. كما تم اجراء تحليل قياس المحتوى المائي - الرطوبي لبعض العينات في مختبر قسم الكيمياء - جامعة الكويت بنفس الطريقة التقليدية آنفة الذكر.



صورة (١): إحدى الحفر المخصصة لجمع العينات على أعماق تصل حتى ١٢٥ سم

أما عملية تحديد نسبة المحتوى المائي - الرطوبي فقد اتبعنا فيها الطريقة البسيطة التي تقوم على تحديد الفرق بين وزن العينة لحظة التقاطها in situ ، أي لحظة تفرغها من العبوة المحكمة الإغلاق، وبين وزنها بعد ادخالها في فرن التجفيف لمدة ٢٤ ساعة وفي حرارة منسجمة تصل إلى ١٠٥° مئوية. ثم يتم حساب النسبة المئوية لوزن الماء المتبخر من العينة إلى الوزن الكلي للعينة الأساسية in Situ^(٣).

أما قياس طاقة الاحتواء المائي potentiel matriciel ومعدلات PF المتوافقة معها فقد تم في مخبر قسم الزراعة بمعهد الكويت للأبحاث العلمية، واستخدمت فيه نفس العينات التي جمعت في الجولة الأولى وعلى نفس الأعماق الأربعة آنفة الذكر. والجدير بالذكر أننا عمدنا إلى تحديد طاقة الاحتواء المائي اعتماداً على أربع قيم رئيسية لها وهي PF ٢,٢ ، PF ٢,٥ ، PF ٣ ، PF ٤,٢.

لقد حرصنا كل الحرص على أن تكون مواقع جمع العينات ممثلة لأصدق تمثيل للرواسب السطحية في كل وحدة من الوحدات المورفوبيدولوجية في القطاع المدروس، وقد كانت تلك المواقع موزعة على النحو التالي:

- ١ - السبخات الجافة : 2.1
- ٢ - حقول التباك أو الكثبان الساحلية : 4.3.
- ٣ - الفرشات الرملية الحديثة الدنيا : 6.5.
- ٤ - الفرشات الرملية الحديثة العليا : 10.9.8.7.
- ٥ - بطون الأودية الجافة عند أقدام حافة جبال الزور : 12,11.

وهكذا فقد بلغ عدد المواقع ١٢ موقعاً كنا نجمع من كل موقع، وفي كل جولة أربع عينات على أربع أعماق أو مستويات متباعدة عبرنا عنها بالرموز التالية:
A عمق ٥ سم، B عمق ٢٥ سم، C عمق ٧٥ سم، D عمق ١٢٥ سم.

لقد كان يتم في كل جولة جمع ٤٨ عينة تخضع كلها لتحديد المحتوى المائي وذلك للتعرف على التغيرات التي تطرأ على هذا المحتوى بين جولة وأخرى وتحديد أسباب هذه التغيرات. أما عدد الجولات التي قمنا بها لجمع العينات فقد كان من المستحيل تحديد عددها وتحديد التوقيت الزمني لها مسبقاً، بل كان يتم تحديد مواعيدها تبعاً للزخات المطرية التي كانت تسقط فوق القطاع المدروس والتي كان يتم قياسها وتسجيلها بواسطة مسجل المطر Pluviographe الذي تم تركيزه في المنطقة المدروسة خصيصاً لهذا البحث. وهكذا فقد قمنا بالقسم الأعظم من جولات جمع العينات عقب الزخات المطرية التالية:

أ - الزخات المطرية التي بدأت بتاريخ ١٩٨٩/٢/٢١، وبلغت حصيلتها ١٥,٩ مم، والزخات المطرية التي تلتها في موسم التساقط الربيعي وحتى نهاية موسم الجفاف الصيفي لنفس العام.

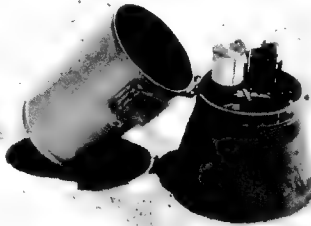
ب - الزخات المطرية التي بدأت بتاريخ ١٩٨٩/١١/٨ واستمرت حتى ١٩ منه، وبلغت حصيلتها ١٣,٤ مم، والزخات التي تلتها خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩، وموسم التساقط الشتوي لعام ١٩٩٠.

وكنّا في كل جولة نقوم بالتقاط العينات عن طريق الحفر في نفس المواقع آنفة الذكر وعلى فترات زمنية متباعدة بمقدار ١٥ يوماً بين الجولة والأخرى.

إضافة إلى تلك الجولات التي تمت أثناء موسمي المطر الربيعي لعام ١٩٨٩ و١٩٩٠ فقد قمنا بعدد من الجولات الرئيسية الأخرى تم قسم منها مع نهاية موسم الجفاف الصيفي الطويل لعام ١٩٨٨ وتم القسم الآخر مع نهاية موسم التساقط في ربيع عامي ١٩٨٩ و١٩٩٠. وقد كانت الفترات الزمنية الفاصلة بين كل جولة وأخرى من تلك الجولات في حدود ١٥ يوماً أيضاً شأنها في ذلك شأن الحملات التي كانت تتم إبان فصول التساقط. وستم في هذا البحث مناقشة وتحليل المعطيات التي توصلنا إليها من خلال متابعة معدلات المحتوى الرطوبي وطاقة

الاحتواء المائي ومعدلات PF وتغيراتها بشكل خاص خلال موسم الجفاف وفي نهايته، كما سيتم مناقشة النتائج والخلاصات التي توصلنا إليها من خلال هذا البحث الميداني.

أما فيما يتعلق بالمعطيات المناخية اللازمة لهذا البحث فقد اعتمدنا في معظمها على معطيات الأرصاد الجوية في محطات مطار الكويت الدولي التي تشتمل على الخلاصات المناخية لثلاثة عقود متتالية بما فيها فترة البحث من عام ١٩٨٨ الى عام ١٩٩٠. أما بالنسبة للتساقط المطري فقد كان لزاماً علينا، توخياً للدقة والأمانة العلمية، أن لا نعتمد إلا على معطيات خاصة بالقطاع المدروس الذي يخلو من أية محطة للأرصاد الجوية ولهذا قمنا بتركيز جهاز مسجل المطر في مركز كاظمة خصيصاً لخدمة أغراض هذا البحث الميداني وذلك بعد أن لاحظنا مدى التباين المكاني الشديد في توزيع الأمطار بين منطقة وأخرى في الكويت والذي تأكد لنا من خلال مقارنة كميات وتوزع التساقط بين القطاع المدروس وبين بقية مناطق الكويت خلال فترة الدراسة. (صورة ٢).



صورة (٢): جهاز مسجل المطر الذي تم تركيبه في المنطقة المدروسة خصيصاً لهذا البحث.

الدراسات السابقة :

ثمة دراسات وأبحاث عديدة تناولت المناطق الشمالية من دولة الكويت وخاصة المنطقة الساحلية التي يمثل القطاع المدروس في هذا البحث جزءاً منها. فهناك الدراسات الجيومورفولوجية الصرفة التي تناولت حافة جال الزور والمنطقة الساحلية التي تشرف عليها، وركز بعضها على أثر تغيرات مستوى البحر على الساحل الشمالي لدولة الكويت: AL . Asfour 1982 وAL. sarawi 1982 (أنظر قائمة المراجع). كما ركزت بعض الدراسات على أصل حافة جال الزور من الناحية الجيومورفولوجية: الصراوي وعبد السلام وكليو وتناولت بعض الأبحاث مورفولوجية وسحنات الماروح الفيضية في منطقة خليج كاظمة: Al. sarawi 1988 ، أو جيومورفولوجية الكثبان الساحلية (النباك): كليو والشيخ ١٩٨٦. كما اهتمت بعض الدراسات بجوانب محدّدة من الظواهرات في تلك المنطقة مثل رواسب البلايستوسين والهولوسين والسبخات وغيرها: Salman, 1979 . Picha and satch, 1977 .

كما كانت المنطقة مسرحاً لعدد من الدراسات البيدولوجية التي استهدفت تصنيف التربة والتشكلات السطحية في دولة الكويت، إضافة إلى ما قام به معهد الكويت للأبحاث العلمية KISR عملاً بأقسامه المختلفة من دراسات متخصصة تذكر منها تلك التي تناولت الرواسب الرملية التي قام بها فريق متكامل من الباحثين: Khalaf. et. al. 1984 .

ولا تزال هذه المنطقة الساحلية تشكل موضوعاً لدراسات عدة يقوم بها قسم الزراعة في معهد الكويت 1989 Abdal ، والهيئة العامة لشؤون الزراعة والثروة السمكية في إطار خطة التخضير التي لا تزال الكويت ماضية في تنفيذها.

وعلى الرغم من كل تلك الدراسات لاتزال المنطقة* تفتقر لذلك النوع من الدراسات الهيدرومورفولوجية البيئية التي تستهدف تحديد ديناميكية الوسط الطبيعي بعناصره المختلفة: جيومورفولوجية وبيدولوجية وهيدرولوجية ومناخية وذلك بهدف تحديد مدى حساسية هذا الوسط الطبيعي إزاء العناصر الطبيعية المتباينة وإزاء تدخل الإنسان العشوائي وذلك للتعرف على إمكانية استعادة التوازن البيئي الذي تعرض ولايزال يتعرض للتدهور من جراء التدخل البشري الكثيف.

قد يكون بحثنا المتواضع هذا هو الأول ضمن هذا الاطار، وفي هذه المنطقة بالذات، إلا أننا لا ندعي الريادة ولا الكمال في هذا المجال، إذ أن هذا البحث لا يمثل أكثر من خطوة أولى على الطريق، تحتاج دون شك إلى استكمال وترسيخ من خلال فريق عمل متكامل يضم مختلف التخصصات العلمية في مجال علوم الأرض ويعمل على تكريس طريقة البحث ومنهجه المعتمد وترسيخ دعائمه في الزمان والمكان بشكل أكثر عمقاً وتركيزاً.

(*) تقع المنطقة المدروسة شمال جون الكويت بين دائرتي عرض ٢٤°، ٢٩' شمالاً وخطي طول ٤٣°، ٤٧' و ٤٨°، ٤٧' شرقاً (الشكل ١).

تصنيف الوحدات المورفولوجية في القطاع المدروس:

يمثل القطاع المدروس جزءاً من المنطقة الساحلية الممتدة بين ساحل خليج الكويت من جهة الجنوب الشرقي وحافة جبال الزور من جهة الشمال الغربي. ويتصف هذا القطاع بانحدار عام ضعيف يتناقص بشكل تدريجي من أمام أقدام الحافة باتجاه ساحل البحر من ٧° إلى ١° بشكل عام. وحرصاً منا على عدم الخروج عن الاطار العام لهذا البحث، فقد اقتصرنا هنا على محاولة تصنيف وتمييز الوحدات المتباينة في هذا القطاع من حيث الخصائص الجيومورفولوجية العامة والخصائص المميزة للتشكلات السطحية من حيث حجمها الجبهي وتباين أشكال الترسيب ومظاهر السطح. وسنركز بالدرجة الأولى على الخصائص الميكانيكية التي تلعب الدور الأول في كل ما يتعلق بالخصائص الهيدرولوجية في تلك الرواسب السطحية وفي طاقة الإحتواء المائي وقطاعات الرطوبة وتغيراتها في عدد من المواقع المختارة في كل وحدة من الوحدات التي يشتمل عليها القطاع المدروس وهي:

١ - السبخات الجافة:

يتراوح المنسوب العام لها بين ٢,٥ م و ٥,٥ متراً، فهي تقع فوق مستوى ماء البحر في أقصى حالات المد العالي، إلا أنها تتأثر بتغيرات مستوى ماء البحر الذي ترتفع مياهه تحت تأثير الخاصية الشعرية ضمن الرواسب المكونة لها إلى مستويات تتفاوت حسب المنسوب العام لتلك السبخات وحسب ارتفاع المدى الذي يتفاوت من فصل لآخر. تمتاز تلك السبخات التي تقع شمال خليج كاظمة باستواء سطحها الطبوغرافي الذي لا تشوبه سوى بعض العلوات والتلال الرملية الصغيرة التي تمثل حقول نباك دخلت من مرحلة التدهور والتلاشي بعد أن فقدت غطاءها النباتي من شجيرات الهرم والغردق والعوسج التي أدت أصلاً الى

تشكلها. ويلاحظ فوق بعض الأجزاء المنخفضة من تلك السبخات، وخاصة تلك القريبة من الساحل مباشرة (منسوب ٢,٥ م)، وجود طبقة ملحية من المتبخرات E'vaporites تزداد سماكة واتساعاً في أشهر الصيف الحارة والجافة. كما تمتاز السبخات الجافة بانحدارها الضئيل الذي يتراوح بين ١-٢ درجة فقط في أغلب أجزائها. والملاحظ أن أهم العوامل التي تؤثر في منحني تطورها الجيومورفولوجي في الوقت الحاضر تتمثل في الرياح وخاصة الرياح الشمالية الغربية السائدة التي تعمل على ترسيب وتراكم الرمال الناعمة فوق سطح تلك السبخات مما سيؤدي عاجلاً أم آجلاً إلى تراجع أطرافها الداخلية وتحولها التدريجي إلى فرشات رملية منبسطة. (صورة ٣).



صورة (٣): إحدى السبخات الجافة في منطقة الدراسة

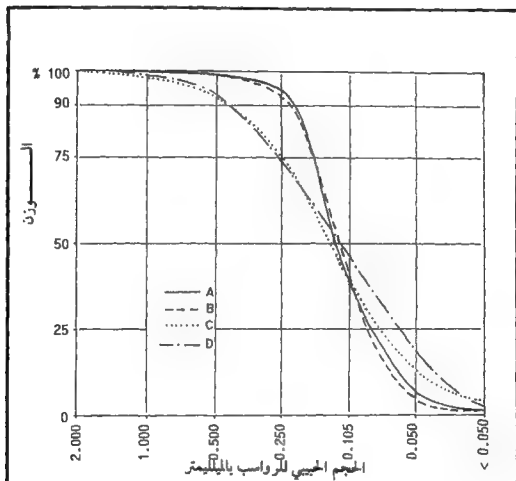
لقد دلت بعض الدراسات الميدانية وعمليات الحفر الضحل في سبخات القطاع المدروس عند رأس كاظمة على أن سمك طبقة تكوينات تلك السبخات لا يتعدى الثلاثة أمتار وأن تلك السماكة تتضائل تدريجياً باتجاه حافة جال الزور في الشمال الغربي (الصراوي، ١٩٨٠).

لقد أدت التغيرات المناخية إبان عصر البليستوسين والتباينات التي تعرض لها مستوى ماء البحر في الخليج خلال العصور الجليدية وما بين الجليدية المتعاقبة من الحقب الرابع إلى تداخل رواسب السبخات مع ترسبات المراوح الفيضية الرسوبية التي امتدت حتى ساحل البحر خلال الفترات المطيرة من العصور الجليدية عندما كان مستوى الخليج منخفضاً بشكل كبير عن مستواه الحالي. ولكن ماكادت الجليديات تبدأ بالتراجع حتى أخذ مستوى البحار العالمي يرتفع تدريجياً إلى أن غمرت مياه الخليج أغلب الأجزاء الدنيا من تلك المراوح الفيضية. إن دراسة الحجم الحبيبي للعينات التي قمنا بجمعها في القطاع المدروس Granulométrie تشير إلى ظاهرة عدم التوافق discordance وتؤكددها في عدة مواقع.

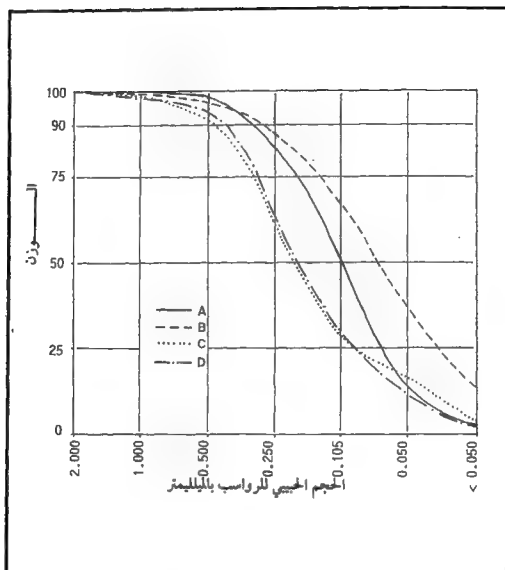
لقد أظهرت دراسة التركيب الحجمي الحبيبي للعينات التي جمعت في موقعين مختلفين 1 , 2 ضمن منطقة السبخات الجافة النتائج التالية:

١ - لوحظ على عمق ٥ سم أن نسبة الطين (٥٠ ميكرون) تبلغ ١,٥٪ من وزن العينة في الموقع الأول و٢,٧٪ من الموقع الثاني في حين أن نسبة الرمال الناعمة (٥٠ - ١٥٠ ميكرون) تبلغ ٣,٣٪ و٤,٨٪ على التوالي في كلا الموقعين. أما نسبة الرمال متوسطة الحجم (٢٥٠ - ٥٠٠ ميكرون) فتصل في الموقعين الأول و الثاني إلى أكثر من ٦٠٪ و٤٠٪ على التوالي. أما الرمال

الخشنة (٥٠٠ - ١٠٠٠ ميكرون) فنسبتها ضئيلة جداً تبلغ في الموقع الأول ٠,٤٪ وفي الموقع الثاني ١,٨٪ فحسب، في حين أن الرمال الخشنة جداً (١ - ٢ مم) فهي شبه معدومة على هذا العمق في كلٍ من الموقعين (شكل ٣, ٢).



(شكل ٢)
التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية
الموقع ١
السيخات الجافة



(شكل ٣)
التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية
الموقع ٢
البيانات الجافة

٢ - لوحظ تشابه كبير بين أحجام الحبيبات على عمق ٢٥ سم وبين أحجامها على عمق ٥ سم في الموقع 1: حيث بلغت نسبة الطين ١, ١٪ تقريبا ونسبة الرمال الناعمة ٤١٪. أما في الموقع 2 فقد ظهر التباين كبيراً: إذ بلغت نسبة الطين على عمق ٢٥ سم ١٤٪، ونسبة الرمال الناعمة ٥٣, ٢٪ والرمال متوسطة الحجم ٣٢, ٨٪، أما المواد الخشنة فقد ظلت نسبتها ضئيلة جداً ١, ٠٪ الى ٤, ٠٪ فقط.

٣ - أما على عمق ٧٥ سم فقد بلغت نسبة الطين في الموقعين ١ و ٢ ٣, ٩٢٪ و ٣, ٤٠٪ على التوالي، في حين أن نسبة الرمال الناعمة والمتوسطة معاً فقد بلغت على التوالي أيضاً ٩٣٪ و ٩٢٪. أما المكونات التي تبلغ أحجامها ٢ مم وأكثر فقد بلغت نسبتها على هذا العمق ١, ٩٪ في الموقع الأول و ١, ٠٪ في الموقع الثاني.

٤ - وعلى عمق ١٢٥ سم فقد كانت نسبة الرواسب الطينية لا تزيد عن ٢, ٣٪ في الموقع الأول و ٢, ٥٪ في الموقع الثاني. أما رواسب الرمال الناعمة والمتوسطة الحجم فقد بلغت في كلا الموقعين ٩٢, ٩٪ و ٩٤, ٤٪ على التوالي. وبلغت نسبة المكونات الكبيرة الحجم (٢ مم وأكبر) ٢٪ في الموقع 1 و ١, ٥٪ في الموقع 2. ويعود سبب ازدياد نسبة هذه المكونات الأخيرة على عمق ٧٥ سم و ١٢٥ سم إلى وجود بقايا الكائنات البحرية ومخلفات القواقع التي اختلطت مع الرواسب الرملية والطينية القارية خلال المراحل المتعاقبة لتشكل هذه السبخات.

٢ - حقول النباك (الكثبان الساحلية) (شكل ٤ - ٥).

تمتد حقول النباك في القطاع المدروس على شكل نطاق متقطع يقع الى الشمال والشمال الغربي من نطاق السبخات الجافة. وقد لاحظنا تداخلاً واضحاً

ومتبادلاً بين حقول النباك وبين السبخات كما لاحظنا ذلك التداخل أيضاً بين تلك الحقول وبين الفرشات الرملية باتجاه الشمال الغربي. وتمتد حقول النباك بين منسوبي ٥,٥ م و٨ م وسطياً، كما يتراوح معدل الانحدار المتوسط للسطح الطبوغرافي الذي تتركز عليه بين ١,٥ الى ٢,٥ درجة. وتظهر تلك الحقول على شكل أكوام من الرمال المتراكمة خلف الشجيرات المعمرة السائدة في المنطقة مثل الغردق والعوسج والمهرم. وقد لاحظنا في أغلب الأحيان ارتباطاً واضحاً ومتبادلاً بين أحجام تلك الشجيرات وازدهارها الخضري من جهة وبين أحجام النباك من جهة أخرى. كما لاحظنا أيضاً تبايناً واضحاً في أحجام النباك وأبعادها المختلفة، حيث تراوحت أطوالها بين ٥-٤ متراً وعرضها بين ٢,٥ - ١١ متراً وارتفاعاتها بين ٠,٥ - ٣,٥ متراً. (صورة ٤).



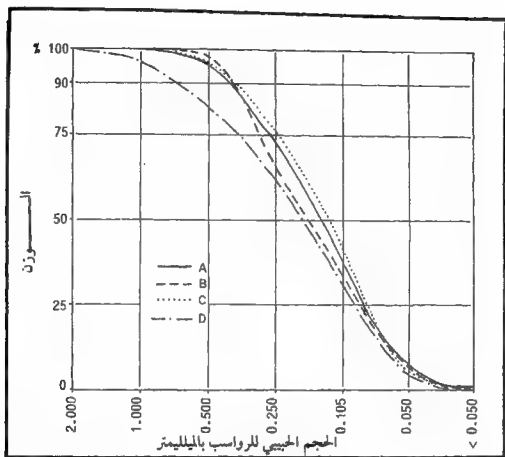
صورة (٤): أحد حقول النبات في منطقة الدراسة

والجدير بالذكر أن مساحات واسعة من حقول النباك في القطاع المدروس كانت قد تعرضت، ولا تزال تتعرض، للتدهور وأحياناً للزوال بسبب التدخل العشوائي للإنسان (كليو - الشيخ ١٩٨٦). لقد أوضح التحليل الميكانيكي والكيميائي للرواسب المكونة للنباك أن أغلب تلك الرواسب تتألف من رمال قارية كوارتزية جيدة الفرز ومشتقة من مصادر عدة أهمها رواسب الدبدة ومفتتات الحافة الصخرية لجلال الزور والسبخات في حين أن الرمال البحرية والكربونات لا تساهم إلا بنسبة ضئيلة جداً في مكونات تلك النباك. وقد لوحظ أيضاً في نباك المنطقة المدروسة ارتفاع نسبة الرمال الخشنة والمتوسطة وذلك بسبب قرب حقول النباك من مصادر الرمال المكونة لها.

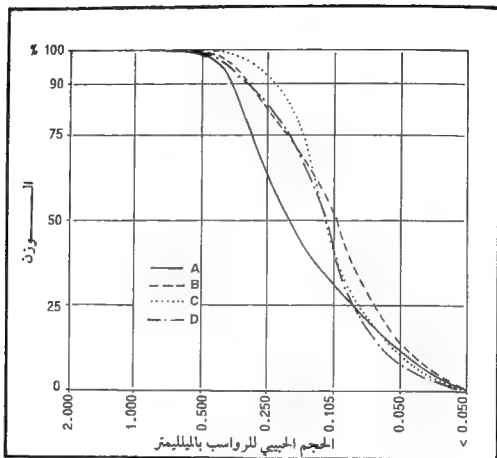
لن نركز كثيراً على أصل حقول النباك في المنطقة المدروسة ولا على تطورها الجيومورفولوجي بل سنكتفي بالتلميح إلى ارتباط تشكل النباك بالرياح الشالية الغربية السائدة في هذه المنطقة شأنها في ذلك شأن كافة مناطق الكويت (٧٠٪ من مجموع الرياح)، وإلى الدور الأساسي الذي تلعبه الشجيرات المعمرة والتي تمثل مصائد حقيقية للرمال التي تذررها الرياح في تشكل حقول النباك هذه. وهكذا فالملاحظ امتداد عماور النباك بشكل مواز لاتجاه الرياح السائدة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي (٣١٠° - ٣٣٠°). ويصل أقصى ارتفاع للنبكة خلف الشجيرة المكونة لها مباشرة في الجهة الواقعة في منصرف الرياح كما يوجد في هذه الجهة نفسها الجزء الأعظم من الكتلة الرملية المكونة لجسم كل نبكة من نباك المنطقة (الحسيني، ١٩٨٨).

لقد أظهر التحليل الحجمي للرواسب الرملية المكونة للنباك والذي شمل عدة عينات مأخوذة على أربع مستويات يصل أقصى عمق لها ١٢٥ سم النتائج التالية :
١ - على عمق ٥ سم لوحظ في الموقعين 4,3 أن الرواسب تتكون بشكل شبه كامل من الرمال بجميع أحجامها وخاصة الناعمة، وتراوحت نسبة الطين بين

- ٢٢، ٠٪ و ٩٠، ٠٪ فقط، أما المكونات كبيرة الحجم فقد انعدمت تماماً.
- ٢ - أما على عمق ٢٥ سم فقد لوحظت زيادة طفيفة في نسبة الرواسب الطينية في الموقع 4: ١، ٣٪، كما لوحظت بعض الرواسب الخشنة بلغت نسبتها ٢، ٠٪. أما في الموقع 3 فقد بقيت النسب، دون أي تغيير يستحق الذكر، كما كانت عليه على عمق ٥ سم.
- ٣ - أما على عمق ٧٥ سم فقد بلغت نسبة المكونات الخشنة في الموقع 3 ٠، ٥١٪، في حين أنها وصلت إلى ٣، ٨٪ في الموقع 4 حيث سجلت في هذا الموقع الأخير زيادة كبيرة في نسبة الطين بلغت على هذا العمق ٣، ٩٪.
- ٤ - لوحظ على عمق ١٢٥ سم في الموقع 4 أن نسبة المكونات الخشنة لم تتعدى ١، ٠٪ في حين سجل في الموقع 3 نسبة بلغت ٣، ٣٨٪ من هذه المكونات. أما نسبة الطين فقد بلغت ١٧، ٠٪ في الموقع 3 و ١، ١٪ في الموقع 4.
- ٥ - لوحظ في جميع الأحوال أن نسبة الرمال بأحجامها المختلفة كانت تزيد دوماً عن ٩٥٪ في الموقعين 3، 4 وعلى كافة الأعماق المدروسة.
- ٦ - يمكن تفسير ازدياد نسبة المكونات الخشنة أحياناً بقرب حقول النباك من مصادر الرمال المكونة لها والمتثلة في الفرشات الرملية الدنيا والعليا التي تفصلها عن حافة جبال الزور الصخرية.
- ٧ - أما تفاوت نسبة المواد الخشنة ونسبة الطين بين كل من الموقعين، وعلى أعماق متفاوتة، فربما يمكن تفسيره بوجود بعض التباينات الجيومورفولوجية المحلية المصغرة بين موقع وآخر والتي أدت إلى تفاوت ملحوظ في عمليات فرز الرمال التي تدحرجها الرياح وتذروها خلال مراحل تكون النباك في عصر الهولوسين



(شكل ٤)
التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية
الموقع ٣
حقول النباك



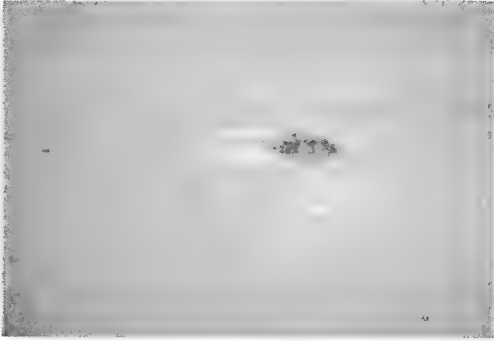
(شكل ٥)
 التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية
 الموقع ٤
 حقول التباك

أما تلك التباينات الجيومورفولوجية فتنتجم أحيانا عن تفاوت أحجام
النباتات وبالتالي أحجام النباك، أو عن تعرض بعض النباك للتدهور والزوال
بسبب تدخل الانسان.

٣ - الفرشات الرملية الحديثة الدنيا: (شكل ٦ - ٧):

تمتد إلى الغرب والشمال الغربي من حقول النباك وتعتبر من رواسب العصر
الحديث (هولوسين). وتمتاز تلك الفرشات الرملية باستواء سطحها الطبوغرافي
الذي لا تشوبه سوى بعض التموجات الضئيلة التي لا تتجاوز فروق مناسيبها
١,٥ إلى ٢ م. كما أن الانحدار العام لهذه الفرشات باتجاه الجنوب الشرقي لا
يتعدى ٢ - ٣,٥ درجة فحسب. أما منسوبها فوق مستوى البحر الحالي فيتراوح
بين ٧ إلى ١٠ متراً. وتختلط تلك الفرشات الرملية مع حقول النباك، وخاصة
تلك الحقول المتدهورة التي لاحظناها على مسافة ١ كم إلى الجنوب الشرقي من
مركز كاظمة، بحيث يصعب رسم حد واضح ودقيق بين الظاهرتين
الجيومورفولوجيتين. والملاحظ أن سماء التشكلات الرملية الريحية التي تشكل
القسم الأعظم من هذه الفرشات تأخذ بالتناقص التدريجي باتجاه الغرب والشمال
الغربي من ٢,٥ م إلى ١ م متر فقط وتقل سماكتها عن ١ م في بعض المواقع حيث
تلاحظ رواسب المراوح الفيضية أو تشكلات فارس الأدنى تحتها مباشرة أحيانا.
(صورة ٥).

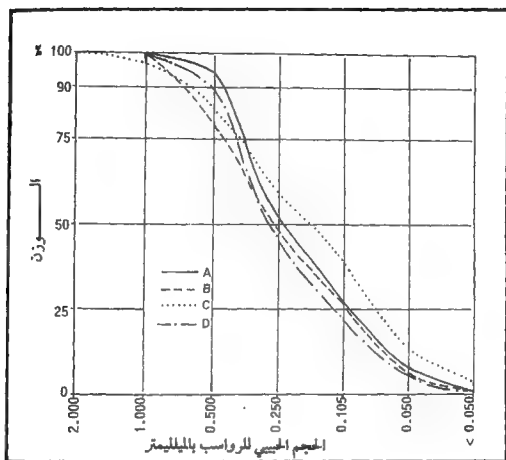
ومن الظاهرات الجيومورفولوجية الدقيقة Microformes التي تلاحظ فوق
سطح هذه الفرشات ظاهرة التموجات الرملية المنتظمة (حداريب) أو ما يسمى
(نيم) bourrelets en vagues التي يبلغ ارتفاعها المتوسط حوالي ٢٥ سم فوق
المستوى العام لتلك الفرشات الرملية. وتتخذ محاور تلك الحداريب اتجاهها
متوسطا من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي أي بشكل متعامد مع اتجاه الرياح



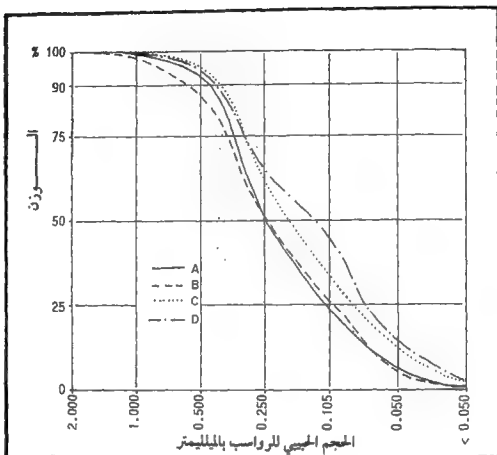
صورة (٥) : إحدى الفرشات الرملية الحديثة الدنيا جنوب شرق طريق الصبية.

الشمالية الغربية السائدة. كما يلاحظ أيضا انتشار حبيبات الرمال الخشنة فوق سطح تلك الفرشات الرملية، تلك الظاهرة التي يمكن تفسيرها بآلية العمل الريحي الذي يقوم بتذرية وحمل الرمال الناعمة تاركاً على السطح الرمال الخشنة على شكل غلالة رقيقة لا تزيد سماكتها في أغلب الأحيان عن سماكة وحجم تلك الحبيبات الخشنة (١ - ٢ مم).

ومن خلال التحليل الميكانيكي لأحجام الحبيبات في الرواسب المكونة لتلك الفرشات الرملية فقد خالصنا إلى النتائج التالية:



(شكل ٦)
التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية
الموقع ٥
الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.



(شكل ٧)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع ٦

الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.

١ - تراوحت نسبة الطين على عمق ٥ سم بين ٠,٦٥ /٠ من الموقع ٥ و ٠,٩ /٠ في الموقع ٦، أما نسبة المكونات الخشنة (٢ مم وأكثر) فقد تراوحت بين الانعدام التام في الموقع ٥ و ٠,٩ /٠ في الموقع ٦ مما يؤكد على أن المكونات كبيرة الحجم التي لاحظناها على السطح مباشرة لا تتجاوز في سماكتها ١-٢ مم، وهي لا تذهب بعيداً في أعماق الفرشات الرملية. أما نسبة الرمال بشئ أحجامها فتصل نسبتها إلى ٩٨,٥٪ في الموقع ٦ و ٩٩,٤٪ في الموقع ٥ .

٢ - لاحظنا تزايداً مضطرباً في نسبة الطين في الموقع ٦ من ٠,٩٪ على عمق ٥ سم إلى ٢,٧٪ على عمق ٧٥ سم و ٣,٦٪ على عمق ١٢٥ سم. أما في الموقع ٥ فقد لاحظنا أيضاً تزايداً ملحوظاً في نسبة الطين في نفس الاتجاه من ٠,٦٥٪ على عمق ٥ سم إلى ٣,٩٪ على عمق ٧٥ سم إلا أن تلك النسبة عادت وانخفضت إلى ١,١٪ على عمق ١٢٥ سم. كما لاحظنا في هذا الموقع تزايد نسبة المكونات الخشنة إلى ٣,٨٪ على عمق ٧٥ سم.

٣ - يمكن تحليل عدم الانسجام الملحوظ في عملية فرز المكونات الرملية والطينية على أعماق متفاوتة بعدم التوافق الذي تمخضت عنه عمليات تراكم تلك المكونات الرملية واختلاطها أحياناً مع بعض الرواسب السيلية التي حملتها السيول على فترات متقطعة واستثنائية عندما كان بإمكان تلك السيول الوصول أو الاقتراب من ساحل البحر الذي كان يتذبذب في منسوبه وفي موقعه إبان العصور الحديثة التي تكونت فيها تلك الفرشات الرملية الساحلية الدنيا.

٤ - الفرشات الرملية الحديثة العليا (شكل ٨ و ٩):

على الرغم من التشابه الملحوظ بين كافة أشكال الفرشات الرملية وأعمارها

في القطاع المدروس الا أننا حرصنا على تصنيفها إلى فرشات دنيا وأخرى عليا وذلك بسبب وجود عدد من التباينات الجيومورفولوجية والطبوغرافية القائمة بين كل منهما والتي تؤثر بشكل واضح على خصائصهما الهيدرولوجية، تلك التباينات هي :

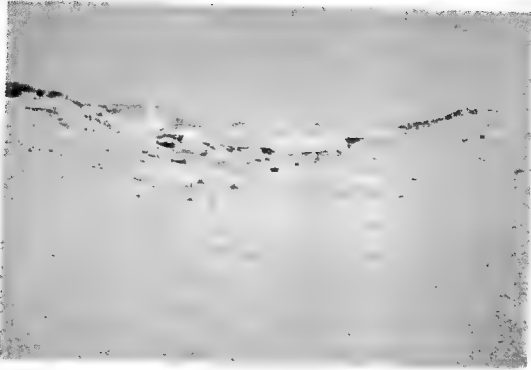
١ - يزداد انحدار السطح الطبوغرافي في الفرشات العليا، التي تمتد إلى الشمال الغربي من الفرشات الرملية الدنيا، ليلغ ٤ - ٥,٥ درجة مما يؤثر على الجريان المائي السطحي وعلى عملية التسرب المائي ضمن التشكلات السطحية لتلك الفرشات.

٢ - يتراوح المنسوب الوسطي لهذه الفرشات العليا بين ١٠ و ٤٠ متراً أي أنها تقترب عملياً من أقدام الحافة الصخرية لجبال الزور.

٣ - تنعدم ظاهرة التموجات الرملية الحداريب (نيم) فوق سطح هذه الفرشات مما يستدعي التساؤل عن الدور الذي يلعبه كل من إستواء السطح وضالة انحداره ومنسوبه في تشكل تلك الظاهرة.

٤ - تزداد التموجات العامة في طبوغرافية هذه الفرشات وتتخذ محاور بعضها إتجهاً شامالاً شرقياً جنوبياً غربياً، في حين أن القسم الأعظم منها تتخذ محاوره إتجهاً عاماً يساير الإتجاه العام للأودية السيلية الجافة التي تهبط من الحافة الصخرية متجهة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي .

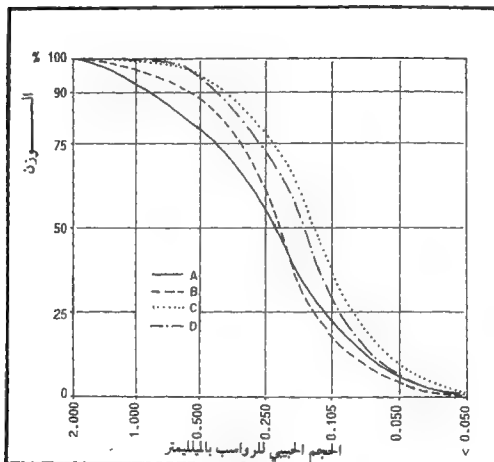
٥ - تتناقض سبائك الرمال المكونة لتلك الفرشات لتقل أحياناً عن ١ متر، ونلاحظ في بعض المواقع تكشّف تشكيلة فارس الأسفل Lower Fars، أو أطراف المصاطب البحرية عارية من أي غطاء رملي. الا أن سبائك الفرشات الرملية تعود لتزداد محلياً في المنخفضات الواقعة بين التموجات الطبوغرافية التي تسود المنطقة. (صورة ٦)



صورة (٦) : إحدى الفرشات الرملية الحديثة العليا شمال غربي طريق الصبية

- ومن خلال التحليل الميكانيكي للمكونات الرملية لتلك الفرشات وعلى أعماق متباينة وصلت إلى ١٢٥ سم تكشفنا النقاط التالية :
- ١ - لا تزال الرمال الناعمة والمتوسطة (٥٠ - ٥٠٠ ميكرون) سائدة في كافة المواقع 10, 9, 8, 7 وعلى كافة المستويات والأعماق المدروسة ، فهي تزيد في أغلب الأحيان عن ٨٠ ٪ في حين أن نسبة الطين تصبح ضئيلة جداً إذ تتراوح على كافة الأعماق بين ٢٥ ٪ و ١٠, ٠٧ ٪ .
 - ٢ - لوحظ تزايد نسبة المكونات الخشنة (٢ مم وأكثر) بشكل عام ، إذ تراوحت نسبتها في المواقع الأربعة وعلى كافة الأعماق بين ٧, ٨٨ ٪ و ١ ٪ . ولم يلاحظ أي تناقص في نسبتها باتجاه الأعماق إلا في الموقع 7 . أما في بقية المواقع الثلاث

الأخرى فلم يكن لتغير نسبة تلك المكونات الخشنة حسب الأعماق أي اتجاه واضح : فقد لوحظ انعدامها في بعض المواقع مثل الموقعين 9, 10 على عمق ٥ سم و ٧٥ سم .

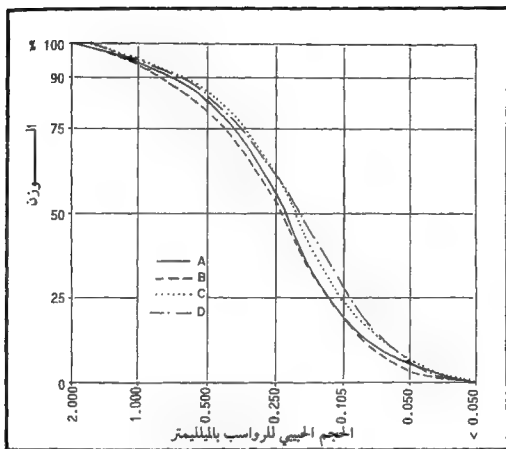


(شكل ٨)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 7

الفرشات الرملية الحديثة العليا

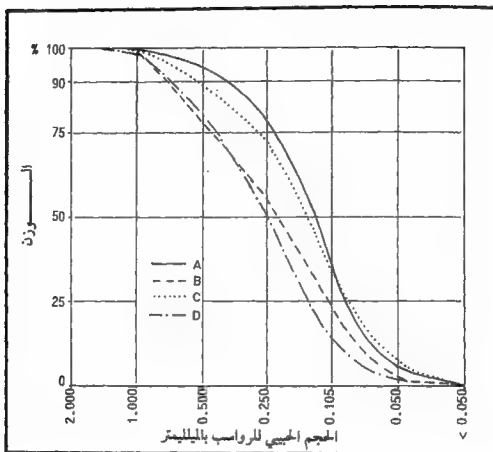


(شكل ٩)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع ٨

الفرشات الرملية الحديثة العليا

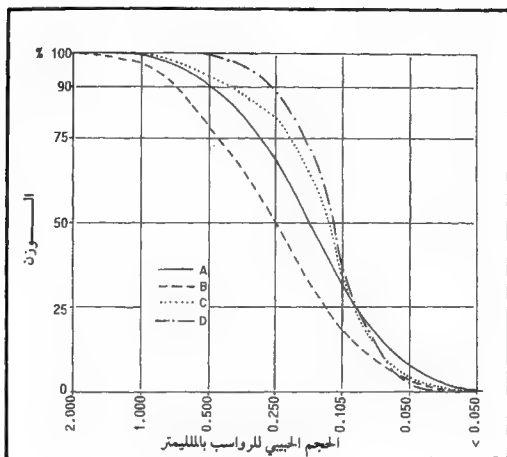


(شكل ١٠)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع ٩

الفرشات الرملية الحديثة العليا



(شكل ١١)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 10

الفرشات الرملية الحديثة العليا

٣ - يمكن تفسير عدم الانسجام والتناسق في توزيع أحجام الحبيبات الرملية على الأعماق المختلفة لتلك الفرشات الرملية باختلاط عمليات التراكم الريجي مع عمليات الترسيب المائي السيلي وما ينجم عنه من عدم توافق في تراكم وترسيب تلك التشكلات السطحية الرملية الحديثة.

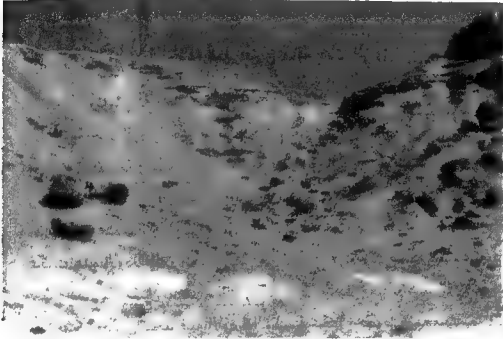
٤ - يمكن تفسير الازدياد النسبي للمكونات الخشنة في رواسب هذه الفرشات الرملية العليا باقتراب حافة جال الزور التي تعتبر مصدراً مباشراً لتلك المكونات.

٥ - بطون الأودية الجافة عند أقدام حافة جال الزور.

وتتمثل في مجموعة من الأودية الرئيسية الجافة التي تمتد من الحافة الصخرية لجال الزور وحتى منسوب ٣٠ م تقريباً باتجاه ساحل البحر حيث تضيع معالم تلك الأودية ويصعب تتبع مجاريها عند الاقتراب من طريق الدوحة - الصبية. وبلغ الانحدار الوسطي لهذه الأودية عند منسوب ٣٠ م من ٣ - ٤ درجة في حين يزداد هذا الانحدار ليبلغ ٦ - ٧ عند مغارجهما من حافة جال الزور. وقد تمكنت هذه الأودية إبان العصر المطير من تشكيل مراوح ترسيبية فيضية تعود الى عصر البلايستوسين Pliocene (شكل ١). وتمتاز معظم هذه الأودية بنمط تصريف شجري تتخذ فيه الأودية الرئيسية شكل خطوط شبه مستقيمة وشبه متوازية تلتقي مع الروافد الثانوية بزوايا حادة (كليو ١٩٨٨). كما تمتاز بوجود عدد من الانقطاعات الرئيسية في مجاريها الطولية.

وقد لوحظ من خلال عمليات السبر التي تمت في بطون هذه الأودية وجود تشكلات رملية ريجية بسمكات كبيرة تغطي بطون ومجاري هذه الأودية، وتعود جميعها إلى العصر الحديث أو العصر الحالي، كما لوحظ أيضاً أن الجريان المائي المتقطع والنادر يظل عاجزاً في أغلب الأحيان عن جرف تلك الرواسب الرملية

وإزالتها سنوياً وبشكل منتظم إبان موسم التساقط. كما لوحظ من نتائج التحليل الميكانيكي للرواسب ومن خلال قياس المحتوى المائي - الرطوبي أهمية الدور الذي تلعبه هذه الرواسب الرملية السمكية التي تحتل الأماكن المنخفضة في بطون الأودية في مجال الاحتفاظ بقدرٍ لا بأس به من الماء والرطوبة على أعماق متباينة. (صورة ٧)



صورة (٧): أحد الأودية السيلية الجافة عند أقدام حافة جبال الزور

ومن خلال التحليل الميكانيكي لأحجام الرواسب في بطون تلك الأودية يمكن استخلاص الحقائق التالية:

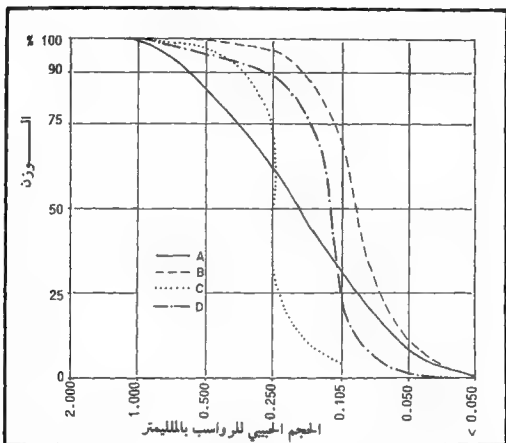
- ١ - تناقص نسبة المكونات الخشنة (٢ مم وأكثر) في الموقعين 12 - 11 من عمق ٥ سم إلى عمق ١٢٥ سم، فقد تناقصت نسبة هذه المكونات من ٠,٦ ٪ على عمق ٥ سم إلى ٠,٢ ٪ على عمق ١٢٥ سم في الموقع 11، ومن ١,٦ ٪ إلى

١٠,٠١٪ على التوالي في الموقع 12. وعلى الرغم من غرابة هذه النتيجة التي لا تنسجم مع قرب هذين الموقعين من حافة جبال الزور الصخرية إلا أنه يمكن تفسيرها بأن الرواسب التي تغمر بطون الأودية في هذين الموقعين هي دون شك من أصل ريحي بالدرجة الأولى وهي، رواسب حديثة جداً بل قد تكون رواسب حالية أحدث من رواسب الفرشات الرملية العليا التي تحيط بها.

٢ - ظلت نسبة الرمال بجميع أحجامها هي النسبة الغالبة في هذين الموقعين: حيث فاقت نسبتها ٩٠٪ على كافة الأعماق المدروسة.

٣ - لوحظ تناقص واضح في نسبة الطين على كافة الأعماق، وقد تراوحت تلك النسبة بين ٠,٣٪ و ١,٢٪. وقد لوحظ تناقص هذه النسبة من السطح نحو الأعماق في الموقع 11 وفي حين لوحظ تزايدها في الموقع 12 في نفس الاتجاه من ٠,٥٪ إلى ١,٢٪.

٤ - لوحظ أيضاً تناقص بين نسبة الرمال الناعمة جداً (٥٠ ميكرون) إذ بلغت نسبتها المتوسطة في الموقع 11 ٤,٦٪ وفي الموقع 12 ٦,٣٪. إلا أن هذه النسب تظل أكثر ارتفاعاً من نسب الرمال الناعمة في المواقع المختارة ضمن نطاق الفرشات الرملية العليا التي تحترقها تلك الأودية الجافة.

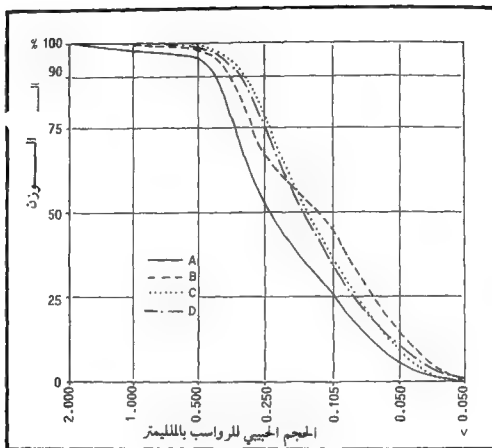


(شكل ١٢)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع 11

بطون الاودية الجافة



(شكل ١٣)

التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية

الموقع ١٢

بطون الأودية الجافة

الظروف المناخية في منطقة كاظمة

يُتَصَفُ المناخ في القطاع المدروس خاصة، وفي الكويت بشكل عام، بقساوته الزائدة وتطرفه المفرط. ولهذا فقد كان لزاماً علينا أن نولي عناصر المناخ المختلفة اهتماماً كبيراً نظراً لتأثيرها الكبير على تغيرات المحتوى المائي والميزانية المائية في التشكلات السطحية وعلى مدى الاستفادة منها. ولهذا فقد تم تثبيت جهاز مسجل المطر في القطاع المدروس (مركز كاظمة) وذلك بهدف تتبع وتسجيل التساقط المطري عن كتب دقيق خلال فترة الدراسة التي دامت عامين كاملين والتي شملت بالتالي فصلين مطريين متعاقبين. أما كافة المعطيات المناخية الأخرى فقد استقناها من مديرية الأرصاد الجوية - قسم المناخ، وخاصة تلك المعطيات الخاصة بمحطة المطار وهي أكثر محطات الرصد الجوي في الكويت تكاملاً وتجهيزاً. وسنستعرض فيما يلي أهم العناصر والخصائص التي تميز المناخ في القطاع المدروس وتُظهر قساوته وتطرفه وتأثيره على المحتوى المائي والموازنة المائية في التشكلات السطحية بمختلف الوحدات المورفوبيدولوجية في القطاع المدروس.

١ - طول فترات الجفاف التي ينعدم فيها التساقط (جدول ١)

يُعتبر الطول المفرط لفترات الجفاف التي ينعدم فيها التساقط المطري من العناصر والمؤشرات الأساسية التي تحدّد تغيرات المحتوى المائي في التشكلات السطحية، سواء لوحظت تلك الفترات في فصل الجفاف الصيفي الطويل أو خلال الفصل الممطر ذاته. إلا أنه يجب أن نميز بين مفهوم الجفاف الميتيورولوجي والجفاف الحقيقي أو الفعّال. ففترة الجفاف الميتيورولوجي تتمثل عادة في المدة الزمنية الفاصلة بين زختين مطريتين قابلتين للقياس. وعلى الرغم من ضآلة كمية المطر في الزخات القابلة للقياس والتي تبلغ ١,٠ مم فقد سُجِلَتْ في مطار الكويت الدولي فترات جفاف ميتيورولوجي امتدت ستة أشهر (١٩٥٦)، كما سُجِلَتْ

فترات جفاف مطلق استمرت أكثر من ثمانية أشهر (الأرصاء الجوية ١٩٦٢ - ١٩٨٥). أما في القطاع المدرّوس فقد سُجّلت عدة فترات جفاف ميثيورولوجي أثناء فترة الدراسة (١٩٨٨ - ١٩٩٠) امتد بعضها حوالي ستة أشهر: من ٨ مايو ١٩٨٩ إلى ٣١ أكتوبر من نفس العام على سبيل المثال. وفي عام ١٩٩٠ استمرت فترة الجفاف الميثيورولوجي طوال فصل الربيع وامتدت حتى موسم التساقط الخريفي: حوالي أكثر من سبعة أشهر.

لقد لوحظ من خلال المتابعة الميدانية أنه ليس للزخات المطرية القابلة للقياس (١, ٠ مم) أي أثر حقيقي على المحتوى المائي للتربة أو للتنشكلات السطحية إذ أن القسم الأكبر منها يتبخر عند ملامسته لسطح الأرض دون أن يتمكن من التسرب في الأعماق.

أما مفهوم الجفاف الحقيقي (الفعال) فيتحدد من خلال الفترة الزمنية الفاصلة بين زختين مطريتين فعاليتين قادرتين على التأثير على المحتوى المائي على أعماق متباينة ضمن التشكلات السطحية. وقد لاحظنا أثناء متابعتنا لكافة الزخات المطرية في المنطقة المدرّوسة صعوبة إعطاء رقم محدد لكمية التساقط المطري التي تحدد مفهوم الزخات الفعالة لأن هذه الكمية تتأثر بشكل واضح بحرارة الهواء والتربة وقت حدوث التساقط وبمعدلات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها أيضاً.

لقد تمكنا من خلال معطيات محطة الأرصاد الجوية في مطار الكويت الدولي على مدى ثلاثين عاماً (١٩٥٨ - ١٩٨٨) من حساب أطوال فترات الجفاف الفاصلة بين زخات مطرية فعّالة بمعدل كل منها ٥ مم و ٢٠ مم على التوالي. وهكذا فقد تبين أن أطوال الفترات الفاصلة بين الزخات المطرية من الفئة الأولى بلغت من ثلاثة إلى خمسة أضعاف أطوال فترات الجفاف الميثيورولوجي في نفس

(جدول ١) التساقط المطري الشهري والسوي في مطار الكويت الدولي خلال الفترة (١٩٥٨-١٩٨٨).

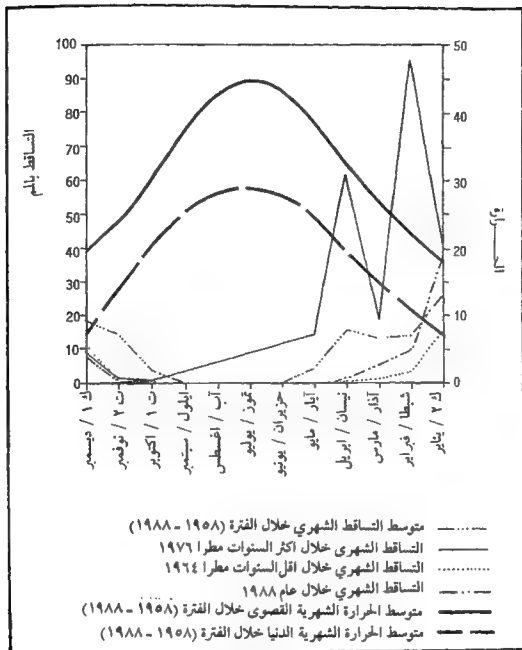
السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع
١٩٥٨	١٤,٩	٠,٨	١١,١	٠,٣	٢,١	٠,٥					١٩,٣	٥٢,٩	١٠١,٩
١٩٥٩	٣٩,١	١٥,٨	٨,٧	٩,٠	٤,٨						١٠,٩	٢٧,٥	١١٥,٨
١٩٦٠	١٢,١	١,٨	١١,٤	٤,٧							٩,٩	٠,٧	٤٠,١
١٩٦١	١٩,٤	٢١,١	٥٠,٥	٥٦,٤							٤٥,٩	١٨,٠	٢١١,٣
١٩٦٢	٢٧,٢	٣,٣	٥٧,٠	١٥,١	أثر						١٨,٢	١٠,٩	٨٠,٤
١٩٦٣	٠,٢	٢٤,١	٠,٤	١٦,٣	١٧,٦					أثر	٨,١	٠,٥	٦٧,٢
١٩٦٤	١٥,٢	٣,١	١,٠	٠,٢	أثر					أثر	٠,٤	١١,٤	٣١,٣
١٩٦٥	٦٣,٠	أثر	٥٠,٠	٣,٠	٤,٤		أثر	٥,٤		٧,٦			٨٨,٤
١٩٦٦	١٤,٣	٢٧,٦	٩,٣	٣,٥	أثر			أثر		أثر		٦,٠	٦٠,٧
١٩٦٧	١٨,٥	٢١,١	٠,٩	٣,٢	١٩,٠			أثر		أثر	١٧,٦	٠,٢	١٧٠,٥
١٩٦٨	٠,٧	١٤,٧	٥,٤	٢٠,٢	١٣,٦					٠,٢	١١,٤	١٣,٢	٧٩,٤
١٩٦٩	٢٨,٦	١١,٤	٢,٥	٣٥,٧	٣,٤					١٢,٩	١,٢	أثر	١٠٥,٧
١٩٧٠	٣٦,٣	٤,٢	١,٩	٢,٩	أثر						١,٤	٣٣,٨	٨٠,٦
١٩٧١	١٣,٨	١١,٦	١١,٣	٥٣,٩	٧,٤					أثر	١٠,٩	١٠,٠	١١٣,٩
١٩٧٢	٧٣,٢	٨,٥	٣٣,٦	٦٧,٠	٠,٨	أثر					١٧,١	١٨,٧	١١٨,٩
١٩٧٣	٠,٦	٠,٨	١,٧	٠,٨	أثر						أثر	٣٠,٩	١٣٤,٨
١٩٧٤	٤٨,٩	١٧,٢	٣٨,٦	٠,١						١,٤		٥٧,٩	١٦٨,٤
١٩٧٥	٢٩,٢	٢١,٠	٤,١	٤٦,٦	١١,٠						٣,٠	٢٥,٦	١٤٠,٥
١٩٧٥	٢٩,٢	٢١,٠	٤,١	٤٦,٦	١١,٠						٣,٠	٢٥,٦	١٤٠,٥
١٩٧٦	٤٠,١	٥٩,٩	١٨,٩	٦١,٨	١٤,٩					٠,٦	١,٢	٩,٠	١٤٢,٤
١٩٧٧	٢٠,٩	أثر	٧,٠	٢,٧	٢,١					٥٦,٦	٢,٢	٤٤,٨	١٣٦,٣
١٩٧٨	٤٤,٠	٣,١	٢٩,٣	٠,٦	٠,٦						١٥١,١	١٤,١	١٠٦,٨
١٩٨٠	١٦,٨	٥٤,١	١٦,٨	٠,٦	٠,٢					أثر	١,٨	٤١,٦	١٣١,٩
١٩٨١	٢٩,٧	٢٩,٤	٦,٣	١,٧	٠,٤					١,٨	٩,٠	٢,١	٨٠,٤
١٩٨٢	٣١,١	١٧,٧	١٦,٧	٢,٨	٢,٥					٧,٨	٣٢,٨	١٥,١	١٢٦,٥
١٩٨٣	٢٣,٥	٦,٠	١٢,٦	١٨,٩	٣,١	أثر					٠,٢	٠,٦	٢٤,٩
١٩٨٤	١٤,٨	١,٨	١٧,٣	أثر	أثر					أثر	٤١,٢	٨,٢	٨٣,٣
١٩٨٥	٢٧,٤	أثر	٦,٠	١٠,١	أثر						٢٥,٠	١٠,٦	٧٩,١
١٩٨٦	١١,٩	١٦,٧	٢٠,١	١٧,٢	٥,٦						١٨,٦	٣٠,٤	١١٣,٥
١٩٨٧	٠,٣	٩,٦	٤٣,٠	١,٠	أثر					٤,٩		١٦,٢	٧٥,٠
١٩٨٨	٣٧,٨	٩,٢	١٣,٣	٠,٨	أثر					٠,٤	٠,٤	٨٠,٠	٥٩,٥٢,٨
١٩٨٩	٣,٣	١٧,٥	٤,٧	٢,٠							١٣,٨	٢٠,٩	١٢,٤
١٩٩٠	١١,٥	١٩,٧											

* كليات التساقط المسجلة في المحطة الخاصة بمنطقة الدراسة.

المحطة: فهي تتراوح بين شهرين إلى اثني عشر شهراً (١٩٧٢ - ١٩٧٣). كما لوحظ أن هذه المعدلات تظل مرتفعة ولا تسجل أية تغيرات كبيرة تذكر في كافة محطات الرصد الجوي الأربع عشرة في الكويت. أما في منطقة الدراسة فقد أمكن تسجيل فترة جفاف فعالة دامت حوالي تسعة أشهر بدأت في ٢٢ فبراير ١٩٨٩ (١٥,٩ مم) وانتهت في ١٣ نوفمبر من نفس العام (٩,٥ مم).

وهكذا يلاحظ أن أطوال فترات الجفاف الحقيقي الفعّال ذات تأثير كبير على منحنيات الرطوبة والمحتوى المائي للتشكلات السطحية في القطاع المدروس. ويظل تأثير مياه الخليج محدوداً جداً في هذا المجال ويقتصر على تقليل معدلات التبخر الفعلي عند هبوب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية (كوس) على منطقة الدراسة، مما يسبب إرتفاع معدلات الرطوبة النسبية وتلطيف درجات الحرارة خلال موسم الأمطار.

كما أن قصر فترات التساقط الفعّال أو المؤثر يظل عاملاً بارزاً وشديد التأثير على المحتوى المائي للرواسب السطحية ومعادلة الموازنة المائية فيها. ففي القطاع المدروس لم تدم فترة التساقط الفعّال لعام ١٩٨٩ سوى شهر واحد: من ٢٢ فبراير وحتى ١٩ مارس من نفس العام. كما أن فصل الخريف من عام ١٩٨٨ لم يشهد أي شكل من أشكال التساقط المطري الفعّال في هذا القطاع نفسه. أما فترة التساقط الربيعي الفعّال من عام ١٩٩٠ فلم تدم بدورها في المنطقة المدروسة سوى أسبوعين فقط: من ٢٧ يناير وحتى ١٣ فبراير ١٩٩٠.



(شكل ١٤)

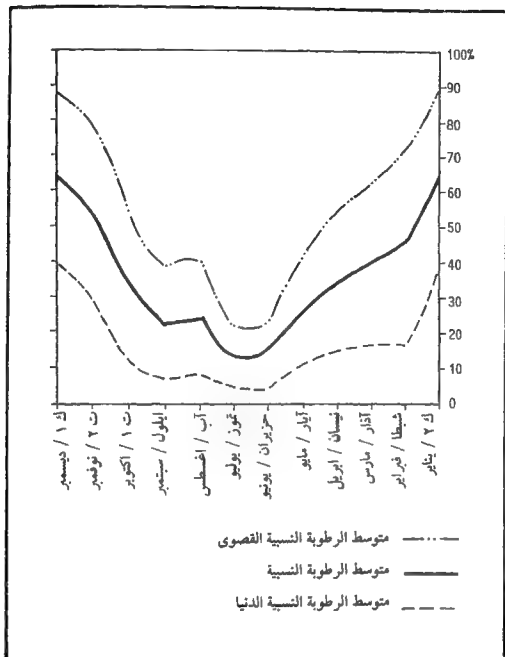
النظام الشهري للتساقط والحرارة في الكويت
(مطار الكويت الدولي)

٢ - شدة التبخر

تفسير معطيات الأرصاد الجوية إلى الارتفاع الملحوظ في معدلات التبخر الممكن (E . P. EVAPORATION POTENTIELLE) في كافة مناطق الكويت .
ففي محطة المطار سُجل معدل تبخر سنوي يمكن مقداره ٤٠٠٠ مم، كما سُجلت معدلات مشابهة في محطة العمرية، الأقرب إلى ساحل البحر، تجاوز معظمها ٣٠٠٠ مم في العام .

إن الدراسة المتأنية لمختلف العناصر والشروط المناخية في الكويت تجعل من السهل على الباحث تفسير معدلات التبخر السنوي العالية التي سُجلت خلال سنوات الرصد الجوي . إن عدم قدرة الهواء على الوصول إلى درجة الاشباع Saturation، بسبب الارتفاع الشديد في درجات الحرارة خلال فترة طويلة من السنة، يعرقل بشكل واضح ظاهرة التكاثف وتشكل السحب مما يزيد بطبيعة الحال من تأثير درجات الحرارة المرتفعة تلك ويمكنها من رفع حرارة الهواء والترربة ويقف حائلاً دون وصول الهواء الجوي إلى درجة الاشباع . وهكذا يصبح جفاف الهواء نفسه هو السبب الأول في شدة التبخر وبالتالي في طول الفترات الجافة التي ينعدم فيها التساقط . (شكل ١٥) .

لقد سُجلت في مطار الكويت الدولي معدلات قياسية شديدة الانخفاض للرطوبة النسبية، ففي الفترة الواقعة بين شهر مايو وشهر سبتمبر من عام ١٩٨٣ سُجلت خلال ٤٢ يوماً معدلات رطوبة نسبية تقل عن ٦ ٪، كما سُجلت معدلات رطوبة نسبية تقل عن ١٠ ٪ خلال تسعة أيام من شهر مايو و ٢١ يوماً من شهر يونيو و ٣٠ يوماً من شهر يوليو و ٢٦ يوماً من شهر أغسطس و ٢٧ يوماً من شهر سبتمبر من نفس عام ١٩٨٣ . كما تجدر الإشارة إلى معدل قياسي للرطوبة النسبية لم يتجاوز ٢ ٪، سُجل ست مرات في نفس المحطة وفي نفس الفترة الحارة من ذلك العام .



(شكل ١٥)

معدلات الرطوبة النسبية في الكويت لعام ١٩٨٥

(محطة مطار الكويت الدولي)

جدول رقم (٢) ويمثل العلاقة بين درجات الحرارة العظمى والدنيا وبين متوسط الرطوبة النسبية في مطار الكويت الدولي للفترة من (١٩٥٨ - ١٩٨٢).

الشهر	حرارة الهواء العظمى والصغرى المطلقة °م		متوسط الرطوبة النسبية العظمى والصغرى	
	العظمى المطلقة	الصغرى المطلقة	متوسط الرطوبة النسبية العظمى %	متوسط الرطوبة النسبية الصغرى %
يناير	٢٩,٨	٤,٠ -	٨٧	٤١
فبراير	٣٥,٨	١,١ -	٨٢	٨٣
مارس	٤١,٢	٣,٣	٧١	٢٤
ابريل	٤٤,٢	٩,٧	٦٤	٢١
مايو	٤٩,٠	١٥,٠	٤٧	١٣
يونيو	٤٩,٨	٢٠,٤	٣٢	٧
يوليو	٥٠,٦	٢٣,٣	٣٣	٩
أغسطس	٥٠,٧	٢٠,٦	٣٧	٩
سبتمبر	٤٧,٥	١٦,٨	٤٨	١١
أكتوبر	٤٣,٧	١١,٣	٦٤	١٩
نوفمبر	٣٧,٩	٠,٧	٧٥	٢٩
ديسمبر	٣٠,٥	١,٥ -	٨٤	٣٨

لقد تم خلال فترة الدراسة (١٩٨٨ - ١٩٩٠) تسجيل معدلات مرتفعة جداً للتبخّر الممكن E. P. كانت في مجملها نتيجة حتمية لتدني معدلات الرطوبة النسبية وجفاف الهواء الجوي (جدول ٢).

لقد تم رصد تلك المعدلات وتسجيلها في سياقها الزمني الدقيق وذلك بهدف متابعة وتسجيل ما يترتب عليها من آثار على المحتوى الرطوبي والمائي للتشكلات السطحية أثناء فترتي التساقط الشتوي والربيعي وفي نهاية فترة الجفاف الصيفي الطويل.

٣ - درجات الحرارة المرتفعة للهواء وللتربة (الجدول ٢، ٣، ٤)

ترتبط درجات الحرارة المرتفعة التي تُسجل من كافة محطات الرصد الجوي في الكويت بعدة عوامل تتمثل في جفاف الهواء وشفافيته وضآلة معدلات التغيّم إضافةً إلى ارتفاع معدلات التشمّس (سطوع الشمس). فالملاحظ أن معدلات التشمّس الحقيقي تقترب في الكويت إلى حدٍ كبير من معدلات السطوع النظري: إذ تبلغ ٧٢,٥ ٪ منها. ففي مطار الكويت يبلغ عدد ساعات التشمّس الفعلي سنوياً ٣٣٧٩ ساعة، وهذا الرقم يقترب كثيراً من عدد ساعات السطوع النظرية البالغة ٤٦٠٠ ساعة في العام. كما يلاحظ أيضاً أن المعدلات اليومية للسطوع تتفاوت تفاوتاً ملحوظاً حسب الفصول، فهي تبلغ ١٣ ساعة و٥٥ دقيقة في شهر يونيو في حين لا تزيد عن ١٠ ساعات و٢٩ دقيقة في شهر ديسمبر. والجدير بالذكر أن تباين زاوية سقوط أشعة الشمس ظهراً والبالغة ٨٤° في شهر يونيو و٣٧° في شهر ديسمبر يلعب دوراً هاماً في تفاوت حدة الإشعاع الشمسي الذي يناهز في محطة المطار ٧٣٨ ساعة حرارية / غرام / يوم في شهر يونيو في حين لا يتعدى ٢٦٠ ساعة حرارية / غرام / يوم في شهر ديسمبر. إضافةً إلى هذا العامل الفلكي الصرف الذي يتمخض عن ذلك التباين الحراري الكبير بين فترتي الانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي لا بد من الإشارة أيضاً إلى ضآلة معدلات التغيّم طوال العام والدور الكبير الذي تلعبه في هذا المجال.

جدول رقم (٣) ويمثل درجات الحرارة القصوى المسجلة في مختلف مناطق الكويت في أشهر الصيف (١٩٥٤ - ١٩٨٦)

المحطة	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر
المطار الدولي	٤٩ الدرجة ١٩٥٨ السنة	٤٩,٨ ١٩٦٦	٥٠,٦ ١٩٨٣	٥٠,٧ ١٩٨١	٤٧,٧ ١٩٨٢
العمرية	٤٦,١ الدرجة ١٩٦٢ السنة	٤٩,٦ ١٩٦٦	٥٠ ١٩٦٨	٤٩ ١٩٦٣	٤٧ ١٩٦٨
الشويخ	٤٨,١ الدرجة ١٩٥٨ السنة	٥٠,٨ ١٩٥٤	٥٠,٦ ١٩٥٤	٤٩,٢ ١٩٦٦	٤٧,٢ ١٩٥٤
الاحدي	٤٦,٥ الدرجة ١٩٦٦ السنة	٤٩,٥ ١٩٦٦	٤٩,٥ ١٩٦٧	٤٩ ١٩٦٦	٤٧ ١٩٦٨
ميناء الاحدي	٤٥ الدرجة ١٩٦٥ السنة	٤٧ ١٩٦٩	٤٨,٥ ١٩٦٨	٤٧,٢ ١٩٦١	٤٦,٣ ١٩٦٨
فيلكا	٤٤ الدرجة ١٩٧٣ السنة	٤٥ ١٩٧٧	٤٦ ١٩٧٧	٤٧,٧ ١٩٧٧	٤٦ ١٩٧٧
الصليبية	٤٦ الدرجة ١٩٧٧ السنة	٤٩,٥ ١٩٧٧	٥١ ١٩٧٨	٥٠ ١٩٧٧	٤٧,٢ ١٩٧٣
الروضتين	٤٧ الدرجة ١٩٧٥ السنة	٤٨,٥ ١٩٧٦	٤٨ ١٩٧٧	٤٩,٢ ١٩٧٦	٤٧ ١٩٧٤
أم العيش	٤٧ الدرجة ١٩٦٥ السنة	٤٨,٩ ١٩٦٢	٤٩,٥ ١٩٧٧	٥٠ ١٩٦٣	٤٧,٢ ١٩٦٢

جدول رقم (٤) درجات الحرارة القصوى والدنيا على أعماق ٥ سم
١٠ سم و ٢٠ سم ضمن التربة. محطة مطار الكويت الدولي
الفترة من ١٩٧٥ - ١٩٧٩

الأشهر	عمق ٥ سم		عمق ١٠ سم		عمق ٢٠ سم	
	الدرجة القصوى	الدرجة الدنيا	الدرجة القصوى	الدرجة الدنيا	الدرجة القصوى	الدرجة الدنيا
يناير	٢١,٣	٣,٠	٢٢,٥	٥,٠	١٩,٣	٧,٠
فبراير	٢٧,٠	٦,٠	٢٩,٨	٧,٨	٢٢,٣	٩,٢
مارس	٣٤,٣	٧,٦	٣٣,٢	٩,٦	٢٨,٥	١٠,٩
أبريل	٣٨,٢	١٦,٧	٣٤,٠	١٨,٠	٣٢,٥	١٨,٦
مايو	٤٨,٠	٢٠,٥	٤٣,٠	٢٢,٠	٤٠,٠	٢٥,٠
يونيو	٤٩,٥	٢٨,٤	٤٦,٥	٣٠,٠	٤٣,٠	٣١,٧
يوليو	٤٩,٥	٣٠,٥	٤٨,٢	٣٢,٠	٤٣,٥	٣٣,٣
أغسطس	٤٩,٥	٢٩,٠	٤٦,٧	٣١,٨	٤٤,٩	٣٣,٦
سبتمبر	٤٦,٥	٢٦,٢	٤٤,٠	٢٧,٥	٤٠,٥	٣٠,٠
أكتوبر	٤٢,٠	١٤,٠	٣٧,٠	١٥,٠	٣٦,٠	١٧,٠
نوفمبر	٣٦,٢	٩,٥	٣٧,٠	١١,٨	٣٨,١	١٢,٨
ديسمبر	٢٤,٤	٣,٠	٢٣,٠	٦,٠	٢٣,٥	٧,٥

وهكذا تُسجل فوق أرض الكويت درجات حرارة عالية يمكن تصنيفها مع
الأرقام القياسية العالمية لدرجات الحرارة: ٥٧,٨° م في العزيزية - ليبيا،
٥٦,٦° م في وادي الموت - الولايات المتحدة الامريكية، ٥١° م في الصليبية -
الكويت، ٤٨,٥° م في استراليا، والجدير بالذكر أن درجات الحرارة القصوى
المسجلة في الكويت لا تمثل حالات نادرة قلما تتكرر معطيات حالات تستمر أحياناً

لفترات طويلة. فمن خلال متابعة معطيات الأرصاد الجوية في مطار الكويت الدولي أمكن الحصول على بعض الأرقام الغنية بدلالاتها من هذا المجال. فقد سُجلت درجات حرارة تزيد عن 40°C على مدى ١٢٣ يوماً (أي ١٢٢٣ ساعة) خلال خمسة أشهر من الفصل الجاف الحار امتدت من شهر مايو إلى شهر سبتمبر. أما عدد الأيام التي سُجلت فيها درجات حرارة تزيد عن 45°C ، خلال نفس الفترة، فقد بلغ ٦٤ يوماً. كما لوحظ في عام ١٩٨٦، على سبيل المثال لا الحصر، أن درجات حرارة تزيد عن 47°C كانت قد سُجلت خلال ١٨ يوماً من شهر يوليو وأن درجات الحرارة التي تعدت الـ 40°C دامت حوالي ١٦ ساعة خلال الأيام الثمانية عشرة تلك.

لقد لوحظ خلال فترة الرصد الخاصة بهذا البحث تسجيل درجات حرارة عالية طوال خمسة أشهر من مايو إلى سبتمبر. ففي مايو من عام ١٩٨٩ سُجلت درجات حرارة تزيد عن 40°C خلال ١٥ يوماً، وفي شهر يونيو من نفس العام سُجلت درجات حرارة تزيد عن 40°C خلال ٢٩ يوماً، ودرجات حرارة تزيد عن 45°C خلال ١٢ يوماً. أما في شهر يوليو فقد سُجلت درجات حرارة تزيد عن 45°C طوال الشهر، كما سُجلت درجات حرارة تجاوزت 48°C خلال تسعة أيام من ذلك الشهر.

إن كافة الخلاصات والنتائج المتعلقة بحرارة الهواء تظل صالحة ويمكن تطبيقها على حرارة سطح الأرض وحرارة التشكلات السطحية التي تمثل موضوع بحثنا وبؤرة اهتمامنا في هذا العمل الميداني. فمن الممكن للحرارة القصوى لسطح الأرض أن تصل، تحت أشعة الشمس المباشرة، إلى 75°C خلال الفصل الحار من شهر مايو إلى شهر سبتمبر. أما على عمق ٥ سم من سطح الأرض فقد سُجلت درجات حرارة قصوى، في مطار الكويت الدولي، لم تتجاوز 49°C وقد لوحظ تناقص واضح في تلك الدرجات على عمق ١٠ سم و٢٠ سم حيث بلغت $44,9^{\circ}\text{C}$ ، و $33,6^{\circ}\text{C}$ على التوالي.

وهكذا فدرجات الحرارة القصوى المسجلة في الكويت والخاصة بالهواء والترية تلعب دوراً هاماً في زيادة حدة التبخر وبالتالي في تفاقم درجة القحولة *degré d'aridité*. فإذا ما طبقنا هنا معامل مؤشر القحولة الذي اقترحه ا. دومارتون *E. de Martonne* والتعديلات التي ادخلت عليه امكننا حساب درجة القحولة في الكويت على النحو التالي :

$$Q = \frac{P}{T + 10}$$

حيث Q : مؤشر درجة القحولة ،

P : متوسط التساقط السنوي ،

T : متوسط الحرارة السنوي ،

$$3,19 = \frac{115}{10 + 26} = Q \text{ بموجب هذا المعامل تكون } Q$$

ويمكن من خلال هذه الدرجة تصنيف الكويت، والمنطقة المدروسة طبعاً، في عداد المناطق القاحلة (حيث المؤشر أقل من 5) وذلك من خلال حقيقة العجز الكبير في الاحتياطي المائي مقارنة بمعدلات التبخر المرتفعة. وهكذا لا تتمكن مياه التساقط من التسرب بعيداً في أعماق التشكلات السطحية كما تظل عاجزة عن تكوين الاحتياطي المائي ضمن هذه التشكلات إلا عندما تكون الزخات المطرية على درجة عالية من التركيز *intensity* وأن تكون على درجة من التقارب الزمني تمكنها من التخفيف من حدة العجز المائي الذي يحدثه التبخر الشديد.

٤ - التركيز المطري الشديد والتباين السنوي في معدلات التساقط

يتماز التساقط المطري في الكويت عامة وفي المنطقة المدروسة خاصة بالتركز الشديد. إذ يبلغ المتوسط السنوي للتركز المطري في مطار الكويت ١,٩٢ مم / ساعة. إلا أن هذا المتوسط، الذي يتغير من عام لآخر. لا يمثل دوماً المؤشر الحقيقي والدقيق على ظاهرة التركيز المطري. فمن خلال متابعة معطيات الرصد الجوي في محطات الكويت المختلفة خلال الثلاثين سنة الماضية أمكن تسجيل عدد من الزخات المطرية التي تمثل أرقاماً قياسية في هذا المجال. ففي ٧ مارس ١٩٥٤ سُجل في الشويخ ٥٢ مم من المطر في ساعة واحدة أي ما يعادل ٠,٨٦ مم / دقيقة، كما سُجل في محطة فيلكا في ٢ نوفمبر ١٩٨٢: ٣,٣ مم في ١٢ دقيقة فقط أي ما يعادل ٢,١٩ مم / دقيقة. أما أكثر الزخات المطرية تركيزاً فقد سُجلت في محطة العميرية في ٣ أبريل ١٩٨٣ وبلغت ٣٢,٤ مم خلال ١٢ دقيقة أي ما يعادل ٢,٧ مم / دقيقة. (جدول ٥).

لقد أمكن من خلال عمليات رصد التساقط المطري في المنطقة المدروسة من أكتوبر عام ١٩٨٨، وحتى مايو عام ١٩٩٠ تسجيل عدد من الزخات المطرية المركزة. إلا أن تلك الزخات لم تبلغ الحد الذي يمكن معه اعتبارها أرقاماً قياسية معبرة عن التركيز المطري. يمكن أن نذكر من تلك الزخات الزخة التي حدثت صباح يوم الأربعاء ٢٢ فبراير ١٩٨٩ والتي دامت حوالي ٩٠ دقيقة وكانت حصيلتها ٥ مم. وكذلك الزخة التي بلغت ٨,٨ مم والتي حدثت خلال ساعتين قبل منتصف ليل ١٣ فبراير من عام ١٩٩٠.

إن معدل التركيز المطري خلال ٢٤ ساعة يعتبر أيضاً ذا دلالة واضحة الأهمية فيما يتعلق بموضوع هذا البحث. إلا أن هذا المعدل يظل متدنياً مقارنة بالمعدلات المماثلة في المناطق الناحضة لدولة الكويت والتي تتمتع بمعدلات تساقط سنوي أكثر ارتفاعاً، كما أن هذا المعدل يرتبط، بطبيعة الحال، أيضاً بالمتوسط السنوي للتساقط المطري في الكويت والبالغ ١١٤,٢ مم فحسب.

جدول رقم (٥) ويمثل أرقاماً قياسية تعبر عن شدة التساقط
وتركزه في الكويت - الفترة من ١٩٥٤ - ١٩٨٥

محطة الرصد	التاريخ	الزمن بالدقائق	التساقط بالملم
الشويخ	١٩٥٤ / ٣ / ٧	٦٠	٥٢,٠
جزيرة فيلكا	١٩٧٢ / ٣ / ١٦	٢١	٣٢,٧
ميناء الأحدي	١٩٧٢ / ٣ / ١٧ - ١٦	١٢٥	٦٢,٢
جزيرة فيلكا	١٩٧٢ / ٣ / ١٧	٣٠	٤٥,٠
العمرية	١٩٧٥ / ٤ / ٢٢	٢٥	٣٩,١
مركز المطار	١٩٧٦ / ٤ / ٤	٢٠	٣٨,٤
جزيرة فيلكا	١٩٨٢ / ١١ / ٢	١٢	٢٦,٣
الصلبية	١٩٨٣ / ٤ / ٣	٢٠	٤٠,٠
الشويخ	١٩٨٣ / ٤ / ٣	١٠	١٢,٠
العمرية	١٩٨٣ / ٤ / ٣	١٢	٣٢,٥
العمرية	١٩٨٤ / ١١ / ١٠	٣٠	١١,٠
الروضتين	١٩٨٤ / ٣ / ٢١	٤٥	٢٠,٠
الشعبية	١٩٨٥ / ١١ / ١١	١٥	١٨,٠
الوفرة	١٩٨٥ / ١١ / ١١	٢٠	٢٠,٠

أما التباين السنوي الكبير في معدلات التساقط المطري فيمكن إعتباره من الخصائص الهامة المميزة للمناخ الكويتي، إذ من الممكن لهذا التباين أن يبلغ حداً كبيراً جداً، ففي ميناء الأحدي بلغت كمية التساقط في سنة ١٩٧٢: ٣٥١,٧ مم في حين أنها لم تتجاوز ٢٧,٦ مم من عام ١٩٦٤. كما تلقت محطة العميرة ٢٥٩ مم من المطر في إحدى السنوات في حين أنها لم تتلق إلا ١٦,٣ مم في إحدى السنوات الأخرى. أما في مطار الكويت الدولي حيث يبلغ المتوسط السنوي للتساقط ١١٤,٢ مم فقد بلغت كمية التساقط في شهر نوفمبر من عام ١٩٦٧ حوالي ١٠٧,٦ مم في حين لم تتجاوز كمية التساقط لنفس الشهر من العام التالي ١٩٦٨: ١٥ مم فقط.

لقد شهدت المنطقة المدروسة تباينات كبيرة في معدلات التساقط السنوية والشهرية خلال فترة الدراسة. وهكذا لم تتجاوز كمية التساقط الخريفي لعام ١٩٨٨: ١,٢ مم فقط في حين أن كمية التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ بلغت في نفس المنطقة المدروسة ٣٥ مم. أما فصل التساقط الشتوي فقد كانت حصيلته في المنطقة المدروسة ٣,٣ مم عام ١٩٩٠، في حين لم تتجاوز حصيلة التساقط لنفس الفترة من عام ١٩٨٩: ٢٢ مم فقط. أما التفاوت في معدل التساقط الربيعي فقد كان كبيراً بين عامي ١٩٨٩ و ١٩٩٠، ففي عام ١٩٨٩ بلغ ذلك المعدل ٧ مم في حين انعدم التساقط الربيعي بشكل كامل في المنطقة عام ١٩٩٠.

أخيراً من الضروري أن نشير هنا إلى الأضرار الفادحة والآثار السلبية التي يعاني منها العالم الحي (البيولوجي) من جراء التباين السنوي الكبير في معدلات التساقط، إضافة إلى الدور الذي تلعبه تلك الخاصية المناخية في عرقلة مختلف أشكال الجريان السطحي والعميق وعرقلة تحقيق معادلة الموازنة المائية والوقوف حجر عثرة أمام شتى أشكال التنمية الاقتصادية والبيئة في المنطقة المدروسة.

وقائع التساقط المطري في المنطقة المدروسة وتوزعه الزمني خلال فترة البحث

إذا افترضنا أن موسم التساقط الفعلي يبدأ عند هطول الزخة المطرية الأولى القابلة للقياس: ١، ٠ مم، (شريطة أن تتلوها زختان مطريتان قابلتان للقياس على الأقل خلال شهر واحد)، فإن موسم التساقط المطري الخريفي لعام ١٩٨٨ لم يعرف فعلياً أي شكل من أشكال التساقط المطري، وأن الزخة المطرية الأولى في القطاع المدروس لم تسقط إلا في موسم التساقط الشتوي في ١٤ ديسمبر من نفس العام ولم تتجاوز ١، ٠ مم. ولكن التساقط حدث خلال الأربعة أيام التالية ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، بمجموع عام لم يتجاوز خلال الخمسة أيام ١، ١ مم فقط. ثم ينعدم التساقط أسبوعاً كاملاً لتسقط بعد ذلك زخة مطرية بسيطة، لكنها مركزة نسبياً، مساء الخامس والعشرين من نفس الشهر بلغ مجموعها ١، ٢ مم خلال ٥٠ دقيقة فقط، تلتها بعد خمسة أيام زخة مطرية أخرى لم تتعد ٠، ٥ مم (٣٠ / ١٢ / ١٩٨٨). وفي ٢ / ١ / ١٩٨٩، أي بعد ثلاثة أيام فقط، حدثت زخة مطرية متوسطة التركيز بلغت ٢، ٦ مم خلال أربع ساعات ونصف تقريباً. وبعدها انعدم التساقط حوالي شهر كامل حيث سقط ١، ٥ مم في زخة مطرية مركزة دامت حوالي ٢٠ دقيقة (١ / ٢ / ١٩٨٩). ولم يسقط المطر مرة أخرى في المنطقة المدروسة إلا بعد ١٧ يوماً حيث سجلت زخة مركزة بلغت حصيلتها ١، ٦ مم خلال ساعة ونصف من مساء ١٩ / ٢ / ١٩٨٩.

أما الزخات المطرية المؤثرة والفعالة فلم تشهد المنطقة إلا في ٢٠ فبراير ١٩٨٩ حيث بدأ التساقط بعد ظهر ذلك اليوم (الساعة ١٦) على شكل زخة مطرية مركزة دامت أقل من ربع ساعة وسجل خلالها ١، ٣ مم تلاها في اليوم التالي عدد من الزخات المطرية المركزة بدأت مع فجر ذلك اليوم واستمرت بلا

انقطاع على شكل زخات متتالية دامت حتى صباح اليوم التالي وكانت حصيلة تلك الزخات التي حدثت خلال هذين اليوميين المتتاليين ٩, ١٥ مم*.

أما الزخات المطرية التي شهدتها المنطقة بعد ذلك خلال موسم التساقط الربيعي فلم يتجاوز مجموعها الكلي ٧ مم توزعت على ٦ زخات مطرية أغلبها مركّزة هي: ٣, ٠ مم خلال خمس دقائق في ٩ / ٣ / ١٩٨٩, ٨, ٠ مم خلال ساعات في اليوم التالي، ٤, ٠ مم خلال ربع ساعة يوم ١٩ / ٣ / ١٩٨٩، ثم ٢, ٣ مم خلال زخة مطرية شديدة التركّز (أقل من ٥ دقائق) الساعة الثالثة من بعد ظهر ٢٦ / ٣ / ١٩٨٩، ٤, ٠ مم ظهر يوم ٢٤ / ٤ / ١٩٨٩ تلتها بعد أربعة أيام زخة أخرى بلغت ١, ٦ مم مساء ٢٨ / ٤ / ١٩٨٩. أما آخر زخة مطرية خلال ذلك الموسم فقد حدثت عند المغيب يوم ٨ / ٥ / ١٩٨٩ ولم تتجاوز ٢, ٠ مم بدأ بعدها موسم الجفاف الصيفي المتيورولوجي الطويل الذي استمر حوالي ستة أشهر والذي لم ينته الا مع أول زخة مطرية في موسم التساقط الخريفي لذلك العام والتي حدثت بعد منتصف ليل ٣١ أكتوبر وبلغت حصيلتها ٩, ٠ مم فقط. وقد سجلت خلال ذلك الموسم عدة زخات مطرية أخرى بدأت في الثامن من شهر نوفمبر واستمرت بشكل متقطع حتى ١٩ منه، وكانت حصيلتها ٤, ١٣ مم** منها ٥ مم سقطت على شكل زخة مركّزة خلال ليل ١٣ من هذا الشهر. وبعدها انعدم التساقط طوال أسبوعين متتاليين ليبدأ نشاطه مرة أخرى في ٢ ديسمبر ويستمر حتى الرابع من نفس الشهر. وقد بلغت كمية التساقط الناتجة عن هذه الزخات الأخيرة حوالي ٥, ١٥ مم، سُجلت منها ٨ مم على شكل زخة

(*) أُنْخِذَت هذه الزخات المطرية منطلقاً لمتابعة وقياس المحتوى الرطوبي - المائي وطاقة الاحتواء المائي PF بدءاً من ٨ / ٣ / ١٩٨٩ وحتى ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩.

(**) أُعْتُبِرَت هذه الزخات المطرية منطلقاً لمتابعة التغيرات في المحتوى الرطوبي - المائي وطاقة الاحتواء المائي PF بدءاً من ٥ / ١٢ / ١٩٨٩ وحتى ٢٠ / ٤ / ١٩٩٠.

مركزة حدثت خلال أربع ساعات، من الساعة السادسة وحتى العاشرة من مساء يوم الأحد ٣ / ١٢ / ١٩٨٩. وبعد أسبوع واحد حدثت عدة زخات مطرية فعالة يوم ١١، ١٢، ١٤ من نفس الشهر بلغت حصيلتها ٢, ٥ مم. ولم يسجل في شهر ديسمبر بعد ذلك سوى زخة مطرية واحدة قابلة للقياس لم تتجاوز ٢, ٥ مم حدثت في ٢٦ من هذا الشهر وختمت بذلك موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ في المنطقة المدروسة.

أما موسم التساقط السنوي الفعلي لعام ١٩٩٠ فقد بدأ بعدد من الزخات البسيطة حدثت الأولى في ٣ / ١ / ١٩٩٠ (٦, ٥ مم) والثانية في ١٤ / ١ / ١٩٩٠ (٨, ٥ مم)، وحدثت الثالثة في ١٩ / ١ / ١٩٩٠ (٦, ٥ مم). ولم يشهد هذا الموسم الزخات المطرية الفعالة إلا في أواخر شهر يناير حيث هطلت ٥, ٩ مم خلال يومي ٢٧ / ١ و ٢٨ / ١ منها ٥ مم تمثلت في عدد من الزخات المركزة التي حدثت في ليل ١٧ / ١ / ١٩٩٠. أما شهر فبراير من نفس العام ١٩٩٠ فقد بلغت حصيلة التساقط المطري فيه حوالي ٢٠ مم هطلت منها ٦, ٨ مم في اليوم الأول والرابع والخامس منه، كما هطل ٣, ٢ مم في اليومين الثامن والتاسع من الشهر، كما حدثت زخة مطرية مركزة خلال ساعتين قبل منتصف ليل ١٣ / ٢ / ١٩٩٠ كانت حصيلتها ٨, ٨ مم. أما آخر زخة في شهر فبراير فقد حدثت في ١٨ / ٢ وكانت حصيلتها ٣, ٥ مم فقط.

أما شهر مارس من عام ١٩٩٠ فقد كان جافاً شحيح المطر لم تحدث فيه سوى زخة مطرية واحدة قابلة للقياس حدثت في الثامن من الشهر المذكور ولم تتعد حصيلتها ١ مم فحسب وبعدها توقف التساقط المطري كليةً خلال موسم التساقط الربيعي لتبدأ فترة الجفاف المتيورولوجي والجفاف الحقيقي والتي استمرت أكثر من سبعة أشهر.

مناقشة التساقط المطري في المنطقة المدروسة خلال فترة البحث .

بدأت عمليات رصد وتسجيل ظاهرة التساقط المطري في المنطقة المدروسة مع بداية التساقط الخريفي لعام ١٩٨٨ واستمرت المرحلة الأولى حتى نهاية شهر مايو لعام ١٩٨٩ . وقد كانت كمية التساقط المسجلة خلال تلك الفترة والتي بلغت ٣١,٨ مم تعادل إلى حد كبير كمية التساقط المطري في محطة المطار والتي بلغت، لنفس الفترة، حوالي ٣١,٦ مم . أما المرحلة الثانية والأخيرة من عمليات رصد التساقط فقد بدأت من جديد مع مطلع موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ وانتهت مع نهاية موسم المطر الربيعي لعام ١٩٩٠ في نهاية شهر مايو لنفس العام . وقد بلغت كمية التساقط خلال هذه الفترة ٦٦,٣ مم أي أكثر من ضعف كمية التساقط التي عرفتها المنطقة المدروسة في مرحلة الرصد الأولى . إلا أن كمية التساقط هذه التي شهدتها المنطقة المدروسة خلال هذه الفترة كانت أقل بشكل واضح من كمية التساقط الذي سجلته محطة المطار والذي بلغ ٨٤ مم خلال نفس الفترة .

ويمكن، من خلال معاينة المعطيات المسجلة للتساقط المطري في القطاع المدروس خلال هاتين الفترتين ومقارنتها مع كميات التساقط المألوفة، ملاحظة ما يلي :

- انعدام التساقط المطري خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٨ .
- انعدام التساقط المطري المؤثر أو الفعال (٥ مم للزخعة الواحدة) خلال القسم الأكبر من موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٨٨ .
- حدوث بعض الزخات المطرية المؤثرة والفعالة في موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٨٩ .
- انعدام التساقط المطري المؤثر أو الفعال خلال موسم التساقط الربيعي لعام ١٩٨٩ .

- التباين الكبير بين انعدام التساقط المطري في خريف عام ١٩٨٨ وبين كمية التساقط التي بلغت ٣٥ مم خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ .
- نزحزح فترة التساقط الفعّال من النصف الخريفي - الشتوي إلى النصف الشتوي - الربيعي خلال فترة الرصد الأولى (من أكتوبر ١٩٨٨ إلى مايو ١٩٨٩) .
- الانعدام التام للتساقط المطري في ربيع عام ١٩٩٠ حيث استمرت فترة الجفاف الميثيورولوجي من ٧ أشهر ابتداء من ٨ مارس وحتى موسم التساقط الخريفي في نفس ذلك العام .

المحتوى المائي - الرطوبي * في الوحدات الموفوبيدولوجية المدروسة

لقد تمَّ قياس وتحديد المحتوى المائي - الرطوبي لكافة العينات التي تم جمعها من كافة الوحدات المورفوبيدولوجية المدروسة والتي بلغ عددها ٤٨ عينة. وقد تمت عملية القياس تلك على فترات زمنية متعاقبة تتباعد عن بعضها بمقدار ١٥ يوماً، خلال مرحلتين بدأت الأولى في ٨ مارس ١٩٨٩ وانتهت في نهاية موسم الجفاف النظري في أواخر سبتمبر من نفس العام، أما المرحلة الثانية فقد بدأت في ٥ ديسمبر ١٩٨٩ واستمرت حتى نهاية موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٩٠. لقد أمكن من خلال متابعة نتائج تحديد المحتوى المائي - الرطوبي خلال تلك المرحلتين استخلاص مجموعة من الحقائق الموضوعية، التي ستم مناقشتها وتحليلها في هذا البحث والتي يمكن إيجازها على النحو التالي:

١ - ظلَّ المحتوى المائي - الرطوبي مرتفعاً طوال المرحلة الثانية التي شملت موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ وموسم التساقط الشتوي لعام ١٩٩٠، كما ظلَّ مرتفعاً بشكل واضح بعد ١٥ يوماً من الزخات المطرية الرئيسية التي أُخِّذَتْ أساساً لعملية قياس المحتوى المائي. وقد تراوحت معدلات المحتوى المائي بشكل عام بين ٣٪ و ٢٤٪. (جدول ٦).

٢ - لوحظ أن المحتوى المائي الرطوبي - يزداد، في أغلب الحالات، بشكل مضطرب مع ازدياد العمق، فالمعدلات الدنيا للمحتوى المائي سُجلت طوال فترة الرصد في المستويات العليا للرواسب السطحية في حين أن أعلى معدلات المحتوى المائي سُجلت في المستويات الدنيا من ٢٥ سم إلى ١٢٥ سم.

* المقصود بالمحتوى المائي - الرطوبي كل من المحتوى المائي للرواسب السطحية *Teneur en eau*، ورطوبة

الرواسب *Soil moisture* أو *humidité du sol* بالانجليزية.

جدول (١) توزيع النسب المتوقعة للمحتوى المائي - الرطوبي في الرواسب السطحية للمنطقة المدروسة

العمق	النسبة المئوية للمحتوى المائي - الرطوبي في الرواسب السطحية	م									
		10-12 م	13-15 م	16-18 م	19-21 م	22-24 م	25-27 م	28-30 م	31-33 م	34-36 م	37-39 م
البيئات الجافة	١	٢	١	١	١	١	١	١	١	١	١
متوسط التسرب من ٥٥ إلى ٢٥ درجة	٢	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الانحدار الوسطي ٢-١ درجة	٣	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
حقول التباك (الكثبان الساحلية)	٤	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
متوسط التسرب من ٥٥ إلى ٢٥ درجة	٥	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الانحدار الوسطي من ١٥ إلى ٢٥ درجة	٦	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الفرشات الرملية الحديثة الدنيا	٧	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
متوسط التسرب من ١٠ إلى ٢٥ درجة	٨	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الفرشات الرملية فوق تشكيلة فارس	٩	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الأفق متوسط التسرب من ١٠ إلى ٢٥ درجة	١٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الانحدار الوسطي من ٢٥ إلى ٥٥ درجة	١١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الأودية الجافة عند أقدم حافة جبال الزورد	١٢	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
متوسط التسرب من ٢٥ إلى ٥٥ درجة	١٣	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الانحدار الوسطي من ٢٥ إلى ٥٥ درجة	١٤	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١

$$10-12 = D, 13-15 = C, 16-18 = B, 19-21 = A, 22-24 = A, 25-27 = B, 28-30 = C, 31-33 = D, 34-36 = A, 37-39 = B, 40-42 = C, 43-45 = D, 46-48 = A, 49-51 = B, 52-54 = C, 55-57 = D, 58-60 = A, 61-63 = B, 64-66 = C, 67-69 = D, 70-72 = A, 73-75 = B, 76-78 = C, 79-81 = D, 82-84 = A, 85-87 = B, 88-90 = C, 91-93 = D, 94-96 = A, 97-99 = B, 100-102 = C, 103-105 = D, 106-108 = A, 109-111 = B, 112-114 = C, 115-117 = D, 118-120 = A, 121-123 = B, 124-126 = C, 127-129 = D, 130-132 = A, 133-135 = B, 136-138 = C, 139-141 = D, 142-144 = A, 145-147 = B, 148-150 = C, 151-153 = D, 154-156 = A, 157-159 = B, 160-162 = C, 163-165 = D, 166-168 = A, 169-171 = B, 172-174 = C, 175-177 = D, 178-180 = A, 181-183 = B, 184-186 = C, 187-189 = D, 190-192 = A, 193-195 = B, 196-198 = C, 199-201 = D, 202-204 = A, 205-207 = B, 208-210 = C, 211-213 = D, 214-216 = A, 217-219 = B, 220-222 = C, 223-225 = D, 226-228 = A, 229-231 = B, 232-234 = C, 235-237 = D, 238-240 = A, 241-243 = B, 244-246 = C, 247-249 = D, 250-252 = A, 253-255 = B, 256-258 = C, 259-261 = D, 262-264 = A, 265-267 = B, 268-270 = C, 271-273 = D, 274-276 = A, 277-279 = B, 280-282 = C, 283-285 = D, 286-288 = A, 289-291 = B, 292-294 = C, 295-297 = D, 298-300 = A, 301-303 = B, 304-306 = C, 307-309 = D, 310-312 = A, 313-315 = B, 316-318 = C, 319-321 = D, 322-324 = A, 325-327 = B, 328-330 = C, 331-333 = D, 334-336 = A, 337-339 = B, 340-342 = C, 343-345 = D, 346-348 = A, 349-351 = B, 352-354 = C, 355-357 = D, 358-360 = A, 361-363 = B, 364-366 = C, 367-369 = D, 370-372 = A, 373-375 = B, 376-378 = C, 379-381 = D, 382-384 = A, 385-387 = B, 388-390 = C, 391-393 = D, 394-396 = A, 397-399 = B, 400-402 = C, 403-405 = D, 406-408 = A, 409-411 = B, 412-414 = C, 415-417 = D, 418-420 = A, 421-423 = B, 424-426 = C, 427-429 = D, 430-432 = A, 433-435 = B, 436-438 = C, 439-441 = D, 442-444 = A, 445-447 = B, 448-450 = C, 451-453 = D, 454-456 = A, 457-459 = B, 460-462 = C, 463-465 = D, 466-468 = A, 469-471 = B, 472-474 = C, 475-477 = D, 478-480 = A, 481-483 = B, 484-486 = C, 487-489 = D, 490-492 = A, 493-495 = B, 496-498 = C, 499-501 = D, 502-504 = A, 505-507 = B, 508-510 = C, 511-513 = D, 514-516 = A, 517-519 = B, 520-522 = C, 523-525 = D, 526-528 = A, 529-531 = B, 532-534 = C, 535-537 = D, 538-540 = A, 541-543 = B, 544-546 = C, 547-549 = D, 550-552 = A, 553-555 = B, 556-558 = C, 559-561 = D, 562-564 = A, 565-567 = B, 568-570 = C, 571-573 = D, 574-576 = A, 577-579 = B, 580-582 = C, 583-585 = D, 586-588 = A, 589-591 = B, 592-594 = C, 595-597 = D, 598-600 = A, 601-603 = B, 604-606 = C, 607-609 = D, 610-612 = A, 613-615 = B, 616-618 = C, 619-621 = D, 622-624 = A, 625-627 = B, 628-630 = C, 631-633 = D, 634-636 = A, 637-639 = B, 640-642 = C, 643-645 = D, 646-648 = A, 649-651 = B, 652-654 = C, 655-657 = D, 658-660 = A, 661-663 = B, 664-666 = C, 667-669 = D, 670-672 = A, 673-675 = B, 676-678 = C, 679-681 = D, 682-684 = A, 685-687 = B, 688-690 = C, 691-693 = D, 694-696 = A, 697-699 = B, 700-702 = C, 703-705 = D, 706-708 = A, 709-711 = B, 712-714 = C, 715-717 = D, 718-720 = A, 721-723 = B, 724-726 = C, 727-729 = D, 730-732 = A, 733-735 = B, 736-738 = C, 739-741 = D, 742-744 = A, 745-747 = B, 748-750 = C, 751-753 = D, 754-756 = A, 757-759 = B, 760-762 = C, 763-765 = D, 766-768 = A, 769-771 = B, 772-774 = C, 775-777 = D, 778-780 = A, 781-783 = B, 784-786 = C, 787-789 = D, 790-792 = A, 793-795 = B, 796-798 = C, 799-801 = D, 802-804 = A, 805-807 = B, 808-810 = C, 811-813 = D, 814-816 = A, 817-819 = B, 820-822 = C, 823-825 = D, 826-828 = A, 829-831 = B, 832-834 = C, 835-837 = D, 838-840 = A, 841-843 = B, 844-846 = C, 847-849 = D, 850-852 = A, 853-855 = B, 856-858 = C, 859-861 = D, 862-864 = A, 865-867 = B, 868-870 = C, 871-873 = D, 874-876 = A, 877-879 = B, 880-882 = C, 883-885 = D, 886-888 = A, 889-891 = B, 892-894 = C, 895-897 = D, 898-900 = A, 901-903 = B, 904-906 = C, 907-909 = D, 910-912 = A, 913-915 = B, 916-918 = C, 919-921 = D, 922-924 = A, 925-927 = B, 928-930 = C, 931-933 = D, 934-936 = A, 937-939 = B, 940-942 = C, 943-945 = D, 946-948 = A, 949-951 = B, 952-954 = C, 955-957 = D, 958-960 = A, 961-963 = B, 964-966 = C, 967-969 = D, 970-972 = A, 973-975 = B, 976-978 = C, 979-981 = D, 982-984 = A, 985-987 = B, 988-990 = C, 991-993 = D, 994-996 = A, 997-999 = B, 1000-1002 = C, 1003-1005 = D, 1006-1008 = A, 1009-1011 = B, 1012-1014 = C, 1015-1017 = D, 1018-1020 = A, 1021-1023 = B, 1024-1026 = C, 1027-1029 = D, 1030-1032 = A, 1033-1035 = B, 1036-1038 = C, 1039-1041 = D, 1042-1044 = A, 1045-1047 = B, 1048-1050 = C, 1051-1053 = D, 1054-1056 = A, 1057-1059 = B, 1060-1062 = C, 1063-1065 = D, 1066-1068 = A, 1069-1071 = B, 1072-1074 = C, 1075-1077 = D, 1078-1080 = A, 1081-1083 = B, 1084-1086 = C, 1087-1089 = D, 1090-1092 = A, 1093-1095 = B, 1096-1098 = C, 1099-1101 = D, 1102-1104 = A, 1105-1107 = B, 1108-1110 = C, 1111-1113 = D, 1114-1116 = A, 1117-1119 = B, 1120-1122 = C, 1123-1125 = D, 1126-1128 = A, 1129-1131 = B, 1132-1134 = C, 1135-1137 = D, 1138-1140 = A, 1141-1143 = B, 1144-1146 = C, 1147-1149 = D, 1150-1152 = A, 1153-1155 = B, 1156-1158 = C, 1159-1161 = D, 1162-1164 = A, 1165-1167 = B, 1168-1170 = C, 1171-1173 = D, 1174-1176 = A, 1177-1179 = B, 1180-1182 = C, 1183-1185 = D, 1186-1188 = A, 1189-1191 = B, 1192-1194 = C, 1195-1197 = D, 1198-1200 = A, 1201-1203 = B, 1204-1206 = C, 1207-1209 = D, 1210-1212 = A, 1213-1215 = B, 1216-1218 = C, 1219-1221 = D, 1222-1224 = A, 1225-1227 = B, 1228-1230 = C, 1231-1233 = D, 1234-1236 = A, 1237-1239 = B, 1240-1242 = C, 1243-1245 = D, 1246-1248 = A, 1249-1251 = B, 1252-1254 = C, 1255-1257 = D, 1258-1260 = A, 1261-1263 = B, 1264-1266 = C, 1267-1269 = D, 1270-1272 = A, 1273-1275 = B, 1276-1278 = C, 1279-1281 = D, 1282-1284 = A, 1285-1287 = B, 1288-1290 = C, 1291-1293 = D, 1294-1296 = A, 1297-1299 = B, 1300-1302 = C, 1303-1305 = D, 1306-1308 = A, 1309-1311 = B, 1312-1314 = C, 1315-1317 = D, 1318-1320 = A, 1321-1323 = B, 1324-1326 = C, 1327-1329 = D, 1330-1332 = A, 1333-1335 = B, 1336-1338 = C, 1339-1341 = D, 1342-1344 = A, 1345-1347 = B, 1348-1350 = C, 1351-1353 = D, 1354-1356 = A, 1357-1359 = B, 1360-1362 = C, 1363-1365 = D, 1366-1368 = A, 1369-1371 = B, 1372-1374 = C, 1375-1377 = D, 1378-1380 = A, 1381-1383 = B, 1384-1386 = C, 1387-1389 = D, 1390-1392 = A, 1393-1395 = B, 1396-1398 = C, 1399-1401 = D, 1402-1404 = A, 1405-1407 = B, 1408-1410 = C, 1411-1413 = D, 1414-1416 = A, 1417-1419 = B, 1420-1422 = C, 1423-1425 = D, 1426-1428 = A, 1429-1431 = B, 1432-1434 = C, 1435-1437 = D, 1438-1440 = A, 1441-1443 = B, 1444-1446 = C, 1447-1449 = D, 1450-1452 = A, 1453-1455 = B, 1456-1458 = C, 1459-1461 = D, 1462-1464 = A, 1465-1467 = B, 1468-1470 = C, 1471-1473 = D, 1474-1476 = A, 1477-1479 = B, 1480-1482 = C, 1483-1485 = D, 1486-1488 = A, 1489-1491 = B, 1492-1494 = C, 1495-1497 = D, 1498-1500 = A, 1501-1503 = B, 1504-1506 = C, 1507-1509 = D, 1510-1512 = A, 1513-1515 = B, 1516-1518 = C, 1519-1521 = D, 1522-1524 = A, 1525-1527 = B, 1528-1530 = C, 1531-1533 = D, 1534-1536 = A, 1537-1539 = B, 1540-1542 = C, 1543-1545 = D, 1546-1548 = A, 1549-1551 = B, 1552-1554 = C, 1555-1557 = D, 1558-1560 = A, 1561-1563 = B, 1564-1566 = C, 1567-1569 = D, 1570-1572 = A, 1573-1575 = B, 1576-1578 = C, 1579-1581 = D, 1582-1584 = A, 1585-1587 = B, 1588-1590 = C, 1591-1593 = D, 1594-1596 = A, 1597-1599 = B, 1600-1602 = C, 1603-1605 = D, 1606-1608 = A, 1609-1611 = B, 1612-1614 = C, 1615-1617 = D, 1618-1620 = A, 1621-1623 = B, 1624-1626 = C, 1627-1629 = D, 1630-1632 = A, 1633-1635 = B, 1636-1638 = C, 1639-1641 = D, 1642-1644 = A, 1645-1647 = B, 1648-1650 = C, 1651-1653 = D, 1654-1656 = A, 1657-1659 = B, 1660-1662 = C, 1663-1665 = D, 1666-1668 = A, 1669-1671 = B, 1672-1674 = C, 1675-1677 = D, 1678-1680 = A, 1681-1683 = B, 1684-1686 = C, 1687-1689 = D, 1690-1692 = A, 1693-1695 = B, 1696-1698 = C, 1699-1701 = D, 1702-1704 = A, 1705-1707 = B, 1708-1710 = C, 1711-1713 = D, 1714-1716 = A, 1717-1719 = B, 1720-1722 = C, 1723-1725 = D, 1726-1728 = A, 1729-1731 = B, 1732-1734 = C, 1735-1737 = D, 1738-1740 = A, 1741-1743 = B, 1744-1746 = C, 1747-1749 = D, 1750-1752 = A, 1753-1755 = B, 1756-1758 = C, 1759-1761 = D, 1762-1764 = A, 1765-1767 = B, 1768-1770 = C, 1771-1773 = D, 1774-1776 = A, 1777-1779 = B, 1780-1782 = C, 1783-1785 = D, 1786-1788 = A, 1789-1791 = B, 1792-1794 = C, 1795-1797 = D, 1798-1800 = A, 1801-1803 = B, 1804-1806 = C, 1807-1809 = D, 1810-1812 = A, 1813-1815 = B, 1816-1818 = C, 1819-1821 = D, 1822-1824 = A, 1825-1827 = B, 1828-1830 = C, 1831-1833 = D, 1834-1836 = A, 1837-1839 = B, 1840-1842 = C, 1843-1845 = D, 1846-1848 = A, 1849-1851 = B, 1852-1854 = C, 1855-1857 = D, 1858-1860 = A, 1861-1863 = B, 1864-1866 = C, 1867-1869 = D, 1870-1872 = A, 1873-1875 = B, 1876-1878 = C, 1879-1881 = D, 1882-1884 = A, 1885-1887 = B, 1888-1890 = C, 1891-1893 = D, 1894-1896 = A, 1897-1899 = B, 1900-1902 = C, 1903-1905 = D, 1906-1908 = A, 1909-1911 = B, 1912-1914 = C, 1915-1917 = D, 1918-1920 = A, 1921-1923 = B, 1924-1926 = C, 1927-1929 = D, 1930-1932 = A, 1933-1935 = B, 1936-1938 = C, 1939-1941 = D, 1942-1944 = A, 1945-1947 = B, 1948-1950 = C, 1951-1953 = D, 1954-1956 = A, 1957-1959 = B, 1960-1962 = C, 1963-1965 = D, 1966-1968 = A, 1969-1971 = B, 1972-1974 = C, 1975-1977 = D, 1978-1980 = A, 1981-1983 = B, 1984-1986 = C, 1987-1989 = D, 1990-1992 = A, 1993-1995 = B, 1996-1998 = C, 1999-2001 = D, 2002-2004 = A, 2005-2007 = B, 2008-2010 = C, 2011-2013 = D, 2014-2016 = A, 2017-2019 = B, 2020-2022 = C, 2023-2025 = D, 2026-2028 = A, 2029-2031 = B, 2032-2034 = C, 2035-2037 = D, 2038-2040 = A, 2041-2043 = B, 2044-2046 = C, 2047-2049 = D, 2050-2052 = A, 2053-2055 = B, 2056-2058 = C, 2059-2061 = D, 2062-2064 = A, 2065-2067 = B, 2068-2070 = C, 2071-2073 = D, 2074-2076 = A, 2077-2079 = B, 2080-2082 = C, 2083-2085 = D, 2086-2088 = A, 2089-2091 = B, 2092-2094 = C, 2095-2097 = D, 2098-2100 = A, 2101-2103 = B, 2104-2106 = C, 2107-2109 = D, 2110-2112 = A, 2113-2115 = B, 2116-2118 = C, 2119-2121 = D, 2122-2124 = A, 2125-2127 = B, 2128-2130 = C, 2131-2133 = D, 2134-2136 = A, 2137-2139 = B, 2140-2142 = C, 2143-2145 = D, 2146-2148 = A, 2149-2151 = B, 2152-2154 = C, 2155-2157 = D, 2158-2160 = A, 2161-2163 = B, 2164-2166 = C, 2167-2169 = D, 2170-2172 = A, 2173-2175 = B, 2176-2178 = C, 2179-2181 = D, 2182-2184 = A, 2185-2187 = B, 2188-2190 = C, 2191-2193 = D, 2194-2196 = A, 2197-2199 = B, 2200-2202 = C, 2203-2205 = D, 2206-2208 = A, 2209-2211 = B, 2212-2214 = C, 2215-2217 = D, 2218-2220 = A, 2221-2223 = B, 2224-2226 = C, 2227-2229 = D, 2230-2232 = A, 2233-2235 = B, 2236-2238 = C, 2239-2241 = D, 2242-2244 = A, 2245-2247 = B, 2248-2250 = C, 2251-2253 = D, 2254-2256 = A, 2257-2259 = B, 2260-2262 = C, 2263-2265 = D, 2266-2268 = A, 2269-2271 = B, 2272-2274 = C, 2275-2277 = D, 2278-2280 = A, 2281-2283 = B, 2284-2286 = C, 2287-2289 = D, 2290-2292 = A, 2293-2295 = B, 2296-2298 = C, 2299-2301 = D, 2302-2304 = A, 2305-2307 = B, 2308-2310 = C, 2311-2313 = D, 2314-2316 = A, 2317-2319 = B, 2320-2322 = C, 2323-2325 = D, 2326-2328 = A, 2329-2331 = B, 2332-2334 = C, 2335-2337 = D, 2338-2340 = A, 2341-2343 = B, 2344-2346 = C, 2347-2349 = D, 2350-2352 = A, 2353-2355 = B, 2356-2358 = C, 2359-2361 = D, 2362-2364 = A, 2365-2367 = B, 2368-2370 = C, 2371-2373 = D, 2374-2376 = A, 2377-2379 = B, 2380-2382 = C, 2383-2385 = D, 2386-2388 = A, 2389-2391 = B, 2392-2394 = C, 2395-2397 = D, 2398-2400 = A, 2401-2403 = B, 2404-2406 = C, 2407-2409 = D, 2410-2412 = A, 2413-2415 = B, 2416-2418 = C, 2419-2421 = D, 2422-2424 = A, 2425-2427 = B, 2428-2430 = C, 2431-2433 = D, 2434-2436 = A, 2437-2439 = B, 2440-2442 = C, 2443-2445 = D, 2446-2448 = A, 2449-2451 = B, 2452-2454 = C, 2455-2457 = D, 2458-2460 = A, 2461-2463 = B, 2464-2466 = C, 2467-2469 = D, 2470-2472 = A, 2473-2475 = B, 2476-2478 = C, 2479-2481 = D, 2482-2484 = A, 2485-2487 = B, 2488-2490 = C, 2491-2493 = D, 2494-2496 = A, 2497-2499 = B, 2500-2502 = C, 2503-2505 = D, 2506-2508 = A, 2509-2511 = B, 2512-2514 = C, 2515-2517 = D, 2518-2520 = A, 2521-2523 = B, 2524-2526 = C, 2527-2529 = D, 2530-2532 = A, 2533-2535 = B, 2536-2538 = C, 2539-2541 = D, 2542-2544 = A, 2545-2547 = B, 2548-2550 = C, 2551-2553 = D, 2554-2556 = A, 2557-2559 = B, 2560-2562 = C, 2563-2565 = D, 2566-2568 = A, 2569-2571 = B, 2572-2574 = C, 2575-2577 = D, 2578-2580 = A, 2581-2583 = B, 2584-2586 = C, 2587-2589 = D, 2590-2592 = A, 2593-2595 = B, 2596-2598 = C, 2599-2601 = D, 260$$

- ٣ - لوحظ أيضاً أن معدلات المحتوى المائي - الرطوبي كانت تتراوح في نهاية فصل الجفاف النظري (نهاية سبتمبر ١٩٨٩) بين ٠,٤ % و ٢٣ %، وكانت تلك المعدلات تتخذ نمطاً موحداً Unimodale يترابط فيه النسق النمطي بين معدلات محتوى مائي تراوحت بين ١,٥ % و ٣ % وكانت تمثل ٦٠ % من مجموع القياسات التي أجريت.
- ٤ - كانت معدلات المحتوى المائي - الرطوبي على عمق ٥ سم هي الأقل دوماً وفي جميع المواقع والعينات المدروسة ما عدا منطقة السبخات الجافة. وكانت تلك المعدلات تقل في نهاية موسم الجفاف (أواخر سبتمبر ١٩٨٩) عن ١ %.
- ٥ - لوحظ تقارب واضح في معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في المستويات السطحية من الرواسب (٥ سم)، إذ تراوح معظمها في نهاية موسم الجفاف لعام ١٩٨٩ بين ٠,٤ % و ٥ %.
- ٦ - كما لوحظ تشتت ظاهر في قيم المحتوى المائي - الرطوبي على كافة الأعماق الأخرى: ٢٥ سم، ٧٥ سم، ١٢٥ سم، إذ تراوحت تلك القيم بين ٥ % و ٢٤,٦ %.

تفاوت معدلات المحتوى المائي - الرطوبي تبعاً للوحدات المورفولوجية

يتضح من خلال متابعة قيم المحتوى المائي في نهاية موسم الجفاف لعام ١٩٨٩ (جدول ٧) أن منطقة الفرشات الرملية العليا (المواقع 7, 8, 9, 10) كانت أفقر الوحدات المورفولوجية في المنطقة المدروسة من حيث محتواها المائي - الرطوبي الذي تراوح بين ٠,٥ ٪ و ٤,١ ٪. أما أكثر الوحدات المورفولوجية غنىً بالمحتوى المائي فقد كانت السبخات الجافة التي تراوح فيها ذلك المحتوى بين ٢,١ ٪ و ٢٤,٦ ٪.

وقد لوحظ في نفس الوقت وجود عدة حالات إستثنائية في مجال تفاوت توزيع المحتوى المائي حسب الوحدات المورفولوجية جعلت من الضروري إستعراض ذلك التوزيع تبعاً لكل وحدة من تلك الوحدات التي شملتها الدراسة.

١ - السبخات الجافة

سُجِّلَتْ فيها أعلى معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في المنطقة المدروسة، ومع ذلك فقد لوحظ تفاوت كبير في تلك المعدلات بين الموقع 1 والموقع 2 وخاصة على عمق ٥ سم و ٧٥ سم حيث سجل في الموقع 1 محتوى مائي بلغ ٢,٣ ٪ و ٦,٢ ٪ على التوالي وهي قيم أقل بكثير من القيم المسجلة على نفس تلك الأعماق في الموقع 1 حيث تزداد نسبة المكونات الحشنة نسبياً ومخلفات القواقع والرواسب البحرية. وسوف تتم مناقشة تغيرات المحتوى المائي حسب الأعماق لاحقاً عندما يتم عرض منحنيات المحتوى المائي - الرطوبي وتحليل نتائجها.

٢ - حقول النباك (الكثبان الرملية)

كانت قيم المحتوى المائي - الرطوبي فيها منخفضة نسبياً، تراوحت بين ٠,٤ ٪ و ٠,٥ ٪. وقد سُجلت أدنى تلك القيم على عمق ٥ سم أما أكثرها ارتفاعاً فقد سُجل على عمق ١٢٥ سم. وعلى الرغم من وجود بعض الانقطاعات إلا أن قيم المحتوى المائي كانت في تزايدٍ مستمر باتجاه الأعماق.

٣ - الفرشات الرملية الحديثة الدنيا

لوحظ في هذه الفرشات ازدياد معدلات المحتوى المائي بشكل مفاجئ على عمق ٧٥ سم و ١٢٥ سم. ويمكن تفسير هذا الإزدياد بإقتراب منسوب تلك الفرشات وخاصة على أعماق ٧٥ سم، ١٢٥ سم من منسوب السبخات الجافة التي يخضع المحتوى المائي - الرطوبي فيها بالدرجة الأولى إلى تذبذب مستوى ماء البحر من حالتي المد والجزر أكثر من تأثره بالتساقط المطري. إلا أن تلك الفرشات الرملية سجلت معدلات منخفضة في محتواها المائي على عمق ٥ سم و ٢٥ سم تراوحت بين ٠,٤ ٪ و ٠,٧ ٪.

٤ - الفرشات الرملية الحديثة العليا

عرفت هذه الوحدة المورفولوجية، كما ذكرنا آنفاً، أدنى معدلات المحتوى المائي - الرطوبي، إلا أنها عرفت أيضاً تفاوتاً واضحاً بين تلك المعدلات بين موقع وآخر وعلى أعماق متشابهة، ففي الموقع ٩ كان المحتوى المائي على عمق ٥ سم ١,٧ ٪ من حين هبط على عمق ٢٥ سم إلى ٠,٥ ٪ ليعود بعد ذلك إلى الارتفاع ليصل على عمق ٧٥ سم إلى ٢,٤ ٪ ثم يهبط إلى ١,٦ ٪ على عمق ١٢٥ سم. أما في الموقع ٨ فلم يتجاوز معدل المحتوى المائي ٠,٦ ٪ على عمق ٥ سم في حين أنه، على النقيض من الموقع ٩، وصل إلى ١,٥ ٪ على عمق ٢٥ سم. إن كل تلك التباينات يمكن تفسيرها، في هذين الموقعين وفي غيرها من

المواقع في المنطقة المدروسة، من خلال عدم التوافق discordance في عمليات الترسيب والتراكم التي أدت إلى تكوين مختلف الوحدات الموفويدولوجية في هذه المنطقة والتي اختلطت فيها الرواسب الفيضية السيلية مع أشكال التراكم الريحي. وقد أدى عدم التوافق هذا إلى ظهور تباين شديد في أحجام الرواسب وخصائصها المورفومترية بين موقع وآخر وعلى أعماق متباعدة.

٥ - بطون الأودية الجافة عند أقدام حافة جبال الزور

لوحظ في بطون هذه الأودية تزايد واضح خالٍ من الانقطاعات في معدلات المحتوى المائي - الرطوبي من السطح نحو الأعماق. فقد سُجلت أدنى المعدلات على عمق ٥ سم (٠,٩٪ - ١,٢٪) في حين سُجلت أكثرها ارتفاعاً على عمق ١٢٥ سم حيث تراوحت بين ٥,١٪ و ٥,٧٪.

منحنيات المحتوى المائي - الرطوبي في نهاية الفصل الجاف لعام ١٩٨٩

أُتاحت عمليات قياس وتحديد المحتوى المائي - الرطوبي لكافة العينات (٤٨ عينة)، الموزعة على خمس وحدات مورفوبيدولوجية إمكانية متابعة تغيرات ذلك المحتوى وتصنيف تلك التغيرات وإظهار التفاوتات القائمة في هذا المجال بين موقع وآخر وبشكل خاص بين وحدة مورفوبيدولوجية وأخرى. ولما كانت نهاية الفصل الجاف تمثل دوماً الفترة الحرجة بالنسبة للوسط الطبيعي البيوجغرافي المدروس فقد حرصنا على تحديد النماذج الخاصة بمنحنيات المحتوى المائي - الرطوبي في نهاية فصل الجفاف النظري لعام ١٩٨٩ والتي أمكن رسمها بالاعتداد على معطيات عمليات قياس وتحديد قيم المحتوى المائي - الرطوبي لكافة العينات في المنطقة المدروسة. لقد تبين من خلال قراءة تلك المنحنيات وجود تفاوت بين في تغيرات معدلات المحتوى المائي حسب الأعماق بين الوحدات المورفوبيدولوجية الخمس في المنطقة المدروسة.

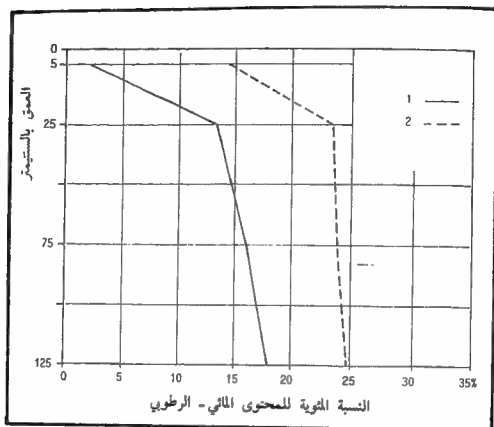
١ - منحنى المحتوى المائي - الرطوبي في السبخات الجافة (شكل ١٦)

يمتاز هذا المنحنى بتزايد سريع في قيم المحتوى المائي - الرطوبي من مستوى ٥ سم إلى مستوى ٢٥ سم من سطح الأرض: من ٢,٣ ٪ إلى ١٣,٣ ٪ في الموقع ١ ومن ١٥ ٪ إلى ٢٣,٦ ٪ في الموقع ٢. وبعدها يتخذ التزايد نسقاً بطيئاً وشبه ثابت في كل من الموقعين: من ٢٣,٦ ٪ إلى ٢٤,٦ ٪ في الموقع ٢ ومن ١٣,٣ ٪ إلى ١٧ ٪ في الموقع ١. وما لاشك فيه أن الدور الذي يلعبه منسوب مياه البحر في حالة المد يعتبر جوهرياً في تحديد مسار هذا المنحنى إضافة إلى الأثر الكبير الذي تلعبه الخصائص الميكانيكية والحبيبية للرواسب الناعمة التي تسود في هذه

السبخات والتي تساعد على ازدياد فعالية الخاصة الشعرية في هذه الوحدة المورفوبيدولوجية مما يؤدي إلى تصاعد ماء البحر المالح فوق مستوى المد الأعلى.

٢ - المنحنى المائي - الرطوبي في رواسب حقول النباك (الكثبان الساحلية) (الشكل ١٧)

يتزايد المحتوى المائي في الرواسب الرملية لحقول النباك بشكل سريع من عمق ٥ سم إلى عمق ٢٥ سم، وبعدها يستمر التزايد بنفس المعدل تقريبا في الموقع 4، في حين يلاحظ تناقص مفاجيء في الموقع 3 من ٢,٦ ٪ على عمق ٢٥ سم إلى ٢,٢ ٪ على عمق ٧٥ سم. ويتسارع التزايد بعد ذلك حتى عمق ٢٥ سم ليصل المحتوى المائي في الموقع 3 إلى ٤,٤ ٪ وفي الموقع 4 إلى ٥,٢ ٪. وسوف نلاحظ أثناء مناقشتنا لهذا المنحنى المائي - الرطوبي الخاص برواسب حقول النباك الأثر الايجابي الملحوظ لتزايد المحتوى المائي على الحياة النباتية في تلك الوحدة المورفوبيدولوجية وإمكانية تنميتها وتوسيع رقعتها.

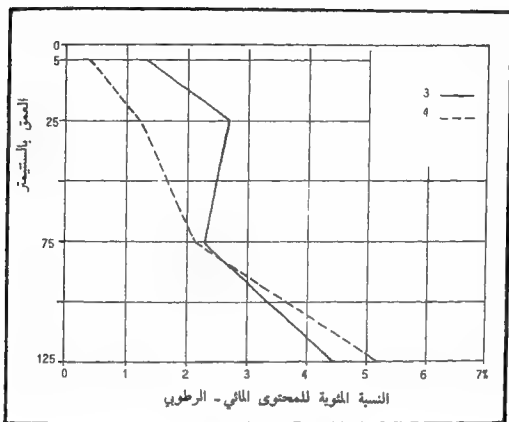


شكل (١٦)

المنحنى المائي - الرطوبي للوراسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩

منطقة السبخات الجافة

الموقعين 1, 2



شكل (١٧)

المنحنى المائي - الرطوب للرواسب السطحية في ١٩٨٩/٩/٢٦

حقول النباك

الموقعين 3, 4

٣ - المنحنى المائي - الرطوبي في رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا (الشكل ١٨) .

تمتاز تلك الرواسب بتزايد محتواها المائي بشكل مضطرب وسريع من عمق ٥ سم إلى عمق ٧٥ سم . فهو يتزايد من ٨,٠ ٪ على عمق ٥ سم في الموقع 5 إلى ٦,١٣ ٪ على عمق ٧٥ سم، وفي الموقع 6 يتزايد المحتوى المائي من ٤,١ ٪ على عمق ٥ سم إلى ٧,١٠ ٪ على عمق ٧٥ سم . إلا أنه لوحظ بعد ذلك تأرجح المحتوى المائي - الرطوبي وتذبذبه بين تناقص بسيط أو تزايد لا يكاد يُذكر، ففي الموقع 5 لوحظ تناقص في المحتوى المائي للرواسب من ٦,١٣ ٪ على عمق ٧٥ سم إلى ٤,١١ ٪ على عمق ١٢٥ سم، أما في الموقع 6 فقد سجل على عكس ذلك تزايد بسيط من ٧,١٠ ٪ إلى ٧,١١ ٪ على التوالي بالنسبة للعمقين السابقين . ويمكن تفسير التزايد الملحوظ في المحتوى المائي على عمق ٧٥ سم في كل من الموقعين 5,6 من خلال التأكيد على قدرة الرواسب السطحية على الاحتفاظ بقدر لا بأس به من مياه التساقط المطري إضافة إلى تأثير تلك الرواسب، على ذلك العمق، بفعالية الخاصية الشعرية التي تعمل على تصاعد المياه المالحة إلى مستويات أعلى بشكل ملحوظ من منسوب ماء البحر في حالة المد الأعلى .

٤ - المنحنى المائي - الرطوبي في رواسب الفرشات الرملية الحديثة العليا (الشكل ١٩) .

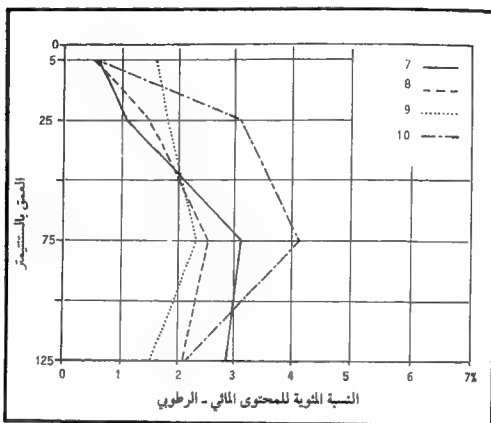
يمتاز المنحنى المائي - الرطوبي في هذه الرواسب بخصائص تميّزه عن كافة المنحنيات الخاصة بالوحدات المورفوبيدولوجية الأخرى في القطاع المدروس . فعلى الرغم من التزايد الملحوظ في المحتوى المائي في المواقع 7,8,9,10 من المستويات السطحية (٥ سم) وحتى عمق ٧٥ سم، وهو نفس التزايد الذي سبق التنويه إليه في منحنى رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا، إلا أن قيم المحتوى

الجدول (٧) تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي PF خلال موسم التساقط الربيعي وحتى نهاية فصل الجفاف النظري في أواخر سبتمبر ١٩٨٩*

[illegible]

* تم جمع العينات وقياس المحتوى المائي - الرطوبى على فترات متساوية ومتعاقبة بطول ١٥ يوماً

$$Y_0 = D, \quad Y_0 = C, \quad Y_0 = B, \quad Y_0 = A$$



شكل (١٩)

المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩

الفرشات الرملية الحديثة العليا

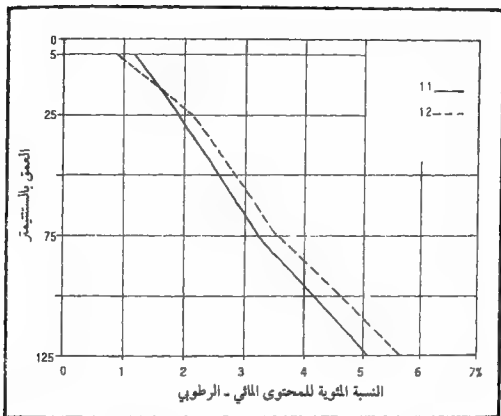
المواقع 7, 8, 9, 10

المائي في رواسب الفرشات الرملية العليا تظل ضئيلة جداً وحتى على عمق ٧٥ سم. فبين مستوى ٥ سم ومستوى ٧٥ سم يتزايد المحتوى المائي من ٠,٦٪ إلى ٣,١٪ في الموقع 7 ومن ٠,٦٪ إلى ٢,٦٪ في الموقع 8 ومن ١,٧٪ إلى ٢,٤٪ في الموقع 9 وأخيراً من ٠,٥٪ إلى ٤,١٪ في الموقع 10. أما الخاصية التي تميز منحى المحتوى المائي - الرطوبي من هذه الوحدة المورفوبيدولوجية فتتمثل في التناقص العام المسجل في كل المواقع لهذا المحتوى من مستوى ٧٥ سم وباتجاه الأعماق وحتى مستوى ١٢٥ سم. وعلى الرغم من ضلالة ذلك التناقص الذي لوحظ في المواقع الثلاثة 9, 8, 7 والذي كان على التوالي من ٣,١٪ إلى ٢,٩٪، ومن ٢,٦٪ إلى ٢,١٪، ٢,٤٪ إلى ١,٦٪، إلا أنه لوحظ تناقص نسبي كبير في الموقع 10 حيث بلغ المحتوى المائي على عمق ٧٥ سم ٤,١٪ في حين أنه هبط على عمق ١٢٥ سم إلى ٢,٢٪ أي بمعدل تناقص يصل إلى ٤٦,٦٪ تقريباً. ومن الممكن تحليل ذلك التناقص بضلالة التساقط المطري الذي لم تتجاوز معدلاته خلال فترة الرصد (من ٢٠ / ٢ / ١٩٨٩ إلى ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩) ٢٢,٢ مم فقط وبالتالي عدم قدرة مياه التساقط من التسرب بعيداً إلى أعماق تزيد عن ٧٥ سم.

٥ - منحى المحتوى المائي - الرطوبي في بطون الأودية الجافة عند أقدام الحافة (الشكل ٢٠).

يمتاز هذا المنحى أيضاً بصفة متميزة عن بقية المنحنيات الأربع الأخرى. فهو يسجل تزايداً مستمراً ومتجانساً لا انقطاع فيه من محتوى مائي لا يزيد عن ١,٢٪ على عمق ٥ سم في الموقع 11 إلى ٥,١٪ على عمق ١٢٥ سم، ومن ٠,٩٪ على عمق ٥ سم إلى ٥,٧٪ على عمق ١٢٥ سم في الموقع 12. وعلى الرغم من أن هذه الأودية تخترق منطقة الفرشات الرملية الحديثة العليا التي

لوحظ فيها تناقص واضح في المحتوى المائي على أعماق تزيد عن ٧٥ سم فان تفسير تزايد المحتوى المائي في بطون تلك الأودية الجافة يبدو ممكناً من خلال الدور الذي تلعبه أحجام الرواسب في بطون تلك الأودية وخصائصها الميكانيكية، إضافة إلى الوضع المورفولوجي المميز لتلك الأودية التي تمثل شرايين تتجمع فيها مياه التساقط على شكل سيول آنية تسمح بتسرب جزء كبير من تلك المياه، مهما قلت، إلى أعماق كبيرة (١٢٥ سم). وسوف نشير في مناقشتنا للمحتوى المائي في بطون هذه الأودية ولطاقة الاحتواء المائي PF في رواسبها إلى إمكانية توظيف ذلك المحتوى المائي المتزايد باتجاه الأعماق في تحسين الظروف البيئية وإستزراع بعض الأصناف النباتية القادرة على التلاؤم مع مختلف الخصائص الهيدرولوجية المميزة للوسط الطبيعي في المنطقة المدروسة.



شكل (٢٠)

المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩

بطون الاودية السيلية الجافة

المواقع 11, 12

أوضاع المحتوى المائي - الرطوبي في الرواسب السطحية في منطقة الدراسة

على الرغم من تحديد معدلات المحتوى المائي *teneur en eau* للرواسب السطحية في مختلف الوحدات المورفوبيدولوجية لمنطقة الدراسة طوال فترة البحث، وعلى الرغم من متابعة تغيرات تلك المعدلات من موقع لآخر على أعماق مختلفة وتصنيف تلك التغيرات وتمثيلها على شكل مقاطع أو منحنيات تتباين من وحدة مورفوبيدولوجية لأخرى على هذه المنطقة، إلا أن كل هذه الأعمال تظل، رغم أهميتها، عديمة الجدوى العلمية والتطبيقية إذا لم تربط بشكل أو بآخر بقيمة طاقة الاحتواء المائي *Potentiel matriciel* التي تحدّد أيضاً قدرة النباتات على استخدام ذلك الماء والاستفادة منه. وهكذا، فلن يكون يصبح بالإمكان تحديد ومناقشة المحتوى المائي للرواسب في المنطقة المدروسة كان من الضروري تحديد معدلات طاقة الاحتواء المائي لكافة العينات الـ ٤٨ وفي كافة المواقع الـ ١٢ على امتداد المرحلتين الأولى والثانية للدراسة الميدانية، وبالتالي تحديد درجات الـ *PF* المرتبطة بتلك المعدلات. (جدول ٧، ٨).

لقد أمكن، من خلال إنجاز الجداول الخاصة بالمحتوى المائي ودرجة *PF* على فترات متعاقبة طول كل منها ١٥ يوماً وعددها ١٠ فترات في كل مرحلة من مراحل الدراسة (راجع الجدول ٧ والجدول ٨)، تحديد حالة الماء *Etat de l'eau* في كل فترة وفي كل موقع لكافة العينات المدروسة، كما أمكن استخلاص مجموعة من النتائج الأولية الهامة يمكن تلخيصها فيما يلي:

- ١ - على الرغم من ارتفاع معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في رواسب السبخات الجافة والتي تراوحت، على مختلف الأعماق، بين ٢،٤٪ و ٦،٢٩٪ فقد لوحظ أن هذا المحتوى كان يتأرجح بين حالة السعة الحقلية *Capacité au champ* ($PF = 2,2 - 2,5$) وبين حالة السعة المائية *Capacité de rétention* ($PF = 3$) وذلك أثناء متابعة موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩

وموسم التساقط الشتوي ١٩٩٠. (راجع الهوامش).

٢ - لم يلاحظ تغير كبير يُذكر على حالات المحتوى المائي في رواسب السبخات الجافة نفسها خلال الموسم الربيعي والصيفي لعام ١٩٨٩. وهكذا فباستثناء العينة المأخوذة على عمق ٥ سم في الموقع 1 والتي كانت في حالة تتجاوز السعة المائية (PF = ٣, ٥)، نلاحظ أن كافة العينات كانت تتمتع بنفس حالات المحتوى المائي التي لوحظت عليها في موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ والشتوي ١٩٩٠. وسوف نحاول تفسير هذه الوضعية ومناقشتها في الفقرات التالية من هذا البحث.

٣ - أما في الوحدة المورفوبيدولوجية لحقول النباك (الكثبان الساحلية) فقد لوحظ أن السعة الحقلية كانت هي السائدة طوال فترة التساقط الخريفي من عام ١٩٨٩ وموسم التساقط الشتوي من عام ١٩٩٠ (PF = ٢, ٢ - ٢, ٥). ولم يلاحظ أي استثناء على ذلك سوى في الموقع 3 على عمق ١٢٥ سم حيث لوحظ أن المحتوى المائي كان في حالة السعة الحقلية ابتداءً من ٢٠ يناير ١٩٩٠ (PF = ٢, ٥) ثم أصبح في حالة السعة المائية منذ مطلع شهر أبريل من نفس العام، ليتعداها بعد ذلك ويصل لمرحلة تباطؤ عملية النمو النباتي منذ النصف الثاني من الشهر نفسه (PF = ٣ - ٣ <).

٤ - أما خلال موسم التساقط الربيعي وخلال موسم الجفاف الصيفي الذي تلاه في عام ١٩٨٩ فقد لوحظ تزايد مضطرد في طاقة الاحتواء المائي في رواسب حقول النباك وعلى كافة الأعماق: من حالة السعة الحقلية $Capacite\ au\ champ$ (PF = ٢, ٢ - ٢, ٥) إلى حالة الذبول الدائم $Point\ de\ fletrissement$ (٧) permanent (PF = ٤, ٢ - ٤, ٢). ولعل الاستثناء الوحيد على هذه الملاحظة كان قد سُجل في الموقع 4 على عمق ٧٥ سم و١٢٥ سم حيث كان المحتوى المائي لا يزال مرتفعاً حتى نهاية فصل الجفاف النظري (نهاية شهر أيلول / سبتمبر ١٩٨٩) وحيث كان ذلك المحتوى المائي لا يزال في حدود السعة الحقلية: PF = ٢, ٢ - ٢, ٥.

٥ - لوحظ أن قيم PF في رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا كانت تتزايد بشكل عام بازدياد العمق من ٢,٢ الى ٣ في ٥ / ١٢ / ١٩٨٩ ومن ٢,٥ < الى ٤,٢ في ٢٠ / ٣ / ١٩٩٠. كما لوحظ أيضاً أن تلك القيم كانت في تزايد مستمر أيضاً، وعلى نفس الأعماق، كلما اقتربنا من نهاية موسم التساقط الشتوي ١٩٩٠ (من ٢,٢ إلى ٤,٢).

٦ - أما في موسم التساقط الربيعي وخلال موسم الجفاف لعام ١٩٨٩ فقد سُجلت نفس التغيرات آنفة الذكر التي لوحظت في نفس رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا والتي تظهر تزايداً واضحاً في طاقة الاحتواء المائي وقيم PF باتجاه الأعماق وباتجاه نهاية موسم الجفاف النظري في نهاية شهر سبتمبر ١٩٨٩. إلا أنه لوحظ في نفس الوقت أن قيم PF المسجلة في هذين الموسمين كانت أكبر من مثيلاتها المسجلة في موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ - الشتوي ١٩٩٠. كما لوحظ أيضاً في الموقعين 6,5 تزايد ملحوظ في معدلات PF على عمق ٧٥ سم وعمق ١٢٥ سم (٣ إلى ٤,٢)، وسنحاول تفسير هذه الظاهرة عند مناقشة تغيرات المحتوى المائي وتغيرات طاقة الاحتواء المائي PF في مختلف مواسم التساقط المأخوذة بعين الاعتبار.

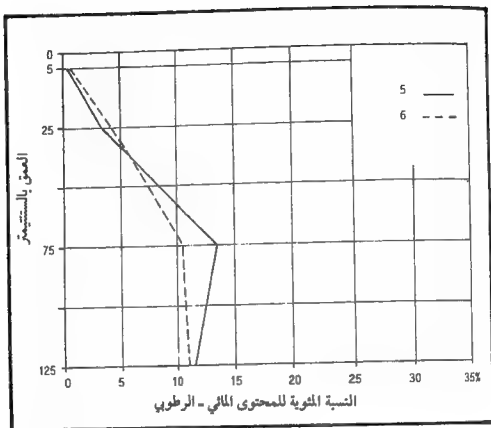
٧ - لم تشهد رواسب الفرشات الرملية الحديثة العليا أية تغيرات كبيرة فيما يتعلق بطاقة الاحتواء المائي وقيم PF منذ بداية موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ (٣ / ١٢ / ١٩٨٩) وحتى مطلع شهر مارس ١٩٩٠ حيث كان المحتوى المائي لتلك الرواسب، وفي كافة المواقع، في حالة السعة الحقلية (PF = ٢,٢ < الى ٢,٥) وبعد ذلك بدأت قيم PF بالتزايد مع توقف التساقط المطري، إلا أنها لم تتجاوز في نهاية مرحلة الرصد تلك (٢٠ / ٤ / ١٩٩٠) قيماً تراوحت بين ٣ و ٢,٥ فقط.

٨ - أما التباينات التي لوحظت في موسم التساقط الربيعي وموسم الجفاف النظري وإنحباس الأمطار لعام ١٩٨٩ في نفس تلك الرواسب الرملية الحديثة العليا فقد كانت كبيرة تستحق التركيز عليها ومناقشتها بأسهاب. لقد

وصل التباين المطلق في قيم PF حدوداً قصوى تراوحت بين ٢,٢ > و ٤,٢ < أي بين حالة السعة الحقلية للمحتوى المائي وبين حالة الذبول الدائم. كما لوحظ أيضاً، ابتداء من نهاية شهر أبريل ١٩٨٩، تزايد واضح من قيم PF على عمق ٥ سم من تلك الرواسب وعلى الأعماق القصوى: ٧٥ سم و ١٢٥ سم، إضافة إلى بعض الانقطاعات والحالات الشاذة التي ستتم مناقشتها ومحاولة تفسيرها في هذا البحث.

٩ - أما في بطون الأودية الجافة عند أقدم حافة جال الزور فقد لوحظ أن المحتوى المائي كان طوال فترة التساقط الخريفي ١٩٨٩ والشتوي ١٩٩٠ وبشكل مستمر في حالة السعة الحقلية (٢,٢ > - ٢,٢). ولعل الحالة الوحيدة الشاذة التي سجلت في هذه الوحدة المورفولوجية كانت في الموقع 11 على عمق ٧٥ سم حيث سجلت درجة $PF = ٣ >$ ، أي بين حالة السعة الحقلية وحالة السعة المائية، وذلك بتاريخ ٢٠ / ٤ / ١٩٩٠.

١٠ - كما لوحظ في بطون تلك الأودية السيلية الجافة بقاء قيم PF في كل من الموقعين 11, 12 وعلى كافة الأعماق، في حدود السعة الحقلية وذلك من مطلع شهر مارس ١٩٨٩ وحتى نهاية شهر يونيو من نفس العام ($PF = ٢,٢ - ٢,٥$). أما خلال الأشهر الأخرى من فترة الجفاف التي انتهت بتاريخ ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩ فقد لوحظ تزايد واضح في قيم PF من المستويات العليا من رواسب تلك الأودية (٧٥ - ٢٥ سم)، حيث سجلت قيم تراوحت بين ٣ - ٤,٢، في حين ظلت تلك القيم في حدود السعة الحقلية أو في حدود تضاؤل النمو النباتي ($PF = ٢,٥ - ٣,٥$) على عمق ٧٥ سم وعمق ١٢٥ سم، وسوف نحاول تفسير هذه الظاهرة ومناقشة امكانية الاستفادة منها وتوظيفها في تحسين الشروط البيئية والبيولوجية في هذه المنطقة. (جدول ٧، ٨).



شكل (١٨)

المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ٢٦ / ٩ / ١٩٨٩
 الفرشات الرملية الحديثة الدنيا
 الموقعين 5, 6

(تابع جدول ٢٧) تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحياء المائية خلال موسم التساقط الربيعي وحتى نهاية فصل
الشتاء (تابع جدول ٢٨) / ديسمبر ١٩٨٩

[illegible]

(جدول ٨) تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي PF خلال موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ وموسمي التساقط الشتوي والريعي لعام ١٩٩٠*

الوحدات الموردولوجية	١٩٨٩/١٢/١٥	١٩٨٩/١٢/١٩	١٩٨٩/١/١	١٩٩٠/١/٢٠	١٩٩٠/٢/١	١٩٩٠/٢/١٠	١٩٩٠/٢/٢٠	١٩٩٠/٢/٢٥	١٩٩٠/٣/١٠	١٩٩٠/٣/١٥	١٩٩٠/٣/٢٠	١٩٩٠/٣/٢٥	١٩٩٠/٣/٣٠	١٩٩٠/٣/٣٥	١٩٩٠/٣/٣٩	١٩٩٠/٣/٤٠	١٩٩٠/٣/٤٥	١٩٩٠/٣/٤٩	١٩٩٠/٣/٥٠
البحيرات	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١
الجافة	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢
حقول البلاك	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣
(الكثبان الساحلية)	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
القرشات الرملية	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥
الحديقة الدنيا	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦

* تم جمع العينات وقياس المحتوى المائي - الرطوبي على فقرات متساوية ومتعاقبة بطول ١٥ يوماً.
*** A = ٥٠ سم، B = ٧٥ سم، C = ١٢٥ سم.

(تابع جدول ٨) - تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي خلال مواسم التساقط افرقي ١٩٨٩ وموسمي التساقط الشتوي والريعي لعام ١٩٩٠

[illegible]

محاولة لتفسير تباينات طاقة الاحتواء المائي في منطقة الدراسة ومناقشتها

لاحظنا في الفقرات السابقة تبايناً واضحاً في المحتوى المائي وفي طاقة الاحتواء المائي وقيم PF وفي حالات الماء في رواسب مختلف الوحدات المورفولوجية الخمس في منطقة الدراسة. ولعل من البديهي أن نلجأ في محاولتنا لتفسير تلك التباينات إلى العوامل التالية:

أ - العوامل المناخية *facteurs climatiques*

ب - الخواص الفيزيائية للتربة والرواسب *facteurs édaphiques*

ج - العوامل الطبوغرافية والجيومورفولوجية *facteurs géomorphologiques et topographiques*.

وعلى الرغم من الدور الكبير الذي تلعبه مجموعة العوامل المناخية التي سبق شرحها بأسهاب ومجموعة العوامل الطبوغرافية والجيومورفولوجية، التي لمحنإ إليها، في تحديد كمية المحتوى المائي - الرطوبي للرواسب إلا أن دورها في مجال تحديد طاقة الاحتواء المائي وتحديد قيم PF المرتبطة بها يظل غير مباشر، ذلك لأن الخصائص الفيزيائية للتربة وللرواسب السطحية هي التي تحدد طاقة الاحتواء المائي في تلك التربة والرواسب وبالتالي قيم PF التي تتجلى من خلالها كمية الماء المتاح والميسور *eau disponible* الذي يحدد بدوره فعالية ونشاط العالم النباتي السائد فوق تلك التربة.

لقد وجد المشتغلون في علم النبات أن قوام التربة *texture du sol* والحجم الحبيبي للذرات المكونة لها تمثل أهم الخصائص التي تؤثر على طاقة الاحتواء المائي فيها وعلى معدلات PF المرتبطة بها والتي تحدد كمية الماء غير المتاح *eau non disponible* الذي لا يتجاوز ١ ٪ في التربة الرملية في حين يتراوح بين ١٥ و ٢٠ ٪.

في الترب الطينية الثقيلة (محمد العودات ، ١٩٨٥). فالترب الطينية ثقيلة القوام، نظراً لاحتوائها على نسبة مرتفعة من الطين والغرويات، تحتفظ بالماء الذي لا تستطيع الشعيرات الجذرية للنبات إمتصاصه، بنسبة أعلى بكثير مما هو حاصل في الترب الرملية. لقد أثبت الباحثون في هذا المجال علاقة واضحة بين وجود نوع معين من النباتات وبين كمية مياه الأمطار ونوع التربة. فنبات الأكاسيا أو السمر ينمو في الترب الرملية بالقرب من الخطوط في السودان حيث يبلغ متوسط التساقط السنوي ١٥٠ مم فقط بينما يحتاج لكي ينمو في الترب الطينية في منطقة كسلا إلى متوسط تساقط سنوي يصل إلى حوالي ٣٠٠ مم.

أما الترب الرملية السائدة في منطقة الدراسة فتتميز بنفاذيتها العالية للماء الذي يصل غالباً إلى المياه الجوفية في السنوات الممطرة إلا تلك التي تكثر فيها الرزحات المركزة. كما تتميز أيضاً بقدرتها الضعيفة على الاحتفاظ بالماء، تلك القدرة التي تتناقض كلما تزايدت أحجام الحبيبات المكونة لها. إلا أن هذه الترب تمتاز بخاصية شعرية ضعيفة ولهذا لوحظ، أثناء متابعة المحتوى المائي - الرطوبي على أعماق متباينة، تعرض الطبقة السطحية للتجفاف السريع في حين يبقى ذلك المحتوى مرتفعاً نسبياً في الطبقات العميقة حتى أواخر فصل الجفاف الصيفي الطويل مما يساعد على استمرار نمو المجموع الجذري للعديد من النباتات التي يمكن استزراعها مستقبلاً في تلك الترب. أما الحالات الاستثنائية التي تم تسجيلها في مختلف الوحدات المورفوبيدولوجية وعلى مختلف الأعماق فمن الممكن تفسيرها إما بانخفاض المنسوب الطبوغرافي وتأثر الرواسب بمياه المد أو بالتفاوت الكبير في عمليات الترسيب التي اختلطت فيها الرواسب الفيضية السيلية مع أشكال التراكم الريحي. أخيراً يمكن القول بشكل عام أن الترب الرملية في منطقة الدراسة. شأنها في ذلك شأن كافة الترب الرملية، تظل على الرغم من قلة محتواها المائي عند تشعبها أكثر سخاءً بمائها إذا قُورنت بالترب الطينية، وليس أدل على

ذلك من التذكير بأن كمية الماء غير المتاح في تلك التربة الرملية لا تزيد عن ١ ٪ فقط (في التربة الطينية ١٥ - ٢٠ ٪).

ولما كانت مختلف الوحدات المورفولوجية في منطقة الدراسة تتمتع بنفس العوامل والمؤثرات المناخية من تساقط وحرارة وتبخر لذا كان من المنطقي أن نبحث عن الأسباب والعوامل التي تقف وراء التغيرات التي لوحظت، إبان كافة مراحل الدراسة الميدانية، على طاقة الاحتواء المائي PF وقيم PF المرتبطة بها، في مجموعة الخصائص الفيزيائية لمكونات تلك الرواسب وفي مجموعة الخصائص الطبوغرافية والجيومورفولوجية التي تتباين بين وحدة وأخرى من الوحدات المورفولوجية الخمس في القطاع المدروس.

ففي منطقة السبخات الجافة أظهر المحتوى المائي - الرطوبي أوضاعاً خاصة لم تلاحظ في الوحدات المورفولوجية الأربع الأخرى. فقد كانت معدلات هذا المحتوى مرتفعة دوماً طوال فترات الرصد وعلى كافة الأعماق المدروسة باستثناء الطبقة السطحية من رواسب تلك السبخات وحتى عمق ٥ سم حيث كان المحتوى المائي يتناقص دوماً وبشكل منتظم بعد الزخات المطرية خلال الفترات الجافة. ويمكن تفسير ظاهرة التناقص هذه من خلال فعالية التبخر العالية التي تعمل على تبخير مياه التساقط المطري والماء الشعري المالح عند وصولها إلى سطح تلك السبخات مباشرة وحتى عمق ٥ سم.

وعلى الرغم من ارتفاع معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في رواسب تلك السبخات إلا أن طاقة الاحتواء المائي وقيم PF وصلت إلى درجات عالية تجاوزت في بعض الأعماق $3,5 < PF$ كما هو الحال في الموقع 1 على عمق ٧٥ سم، وفيما عدا ذلك فقد تراوحت وسطياً بين $2,2$ و $3,5$ أي أنها وصلت إلى حالات تراوح فيها المحتوى المائي بين السعة الحقلية ونقطة الذبول المؤقت.

ومما لاشك فيه ، حسب اعتقادنا ، أن انخفاض المنسوب الطبوغرافي العام لسطح تلك السبخات (من ٢,٥ إلى ٥ م فوق مستوى المد الأعلى) يمكنه أن يلعب دوراً أساسياً في بروز أثر الخاصية الشعرية وفي تصاعد ماء البحر ضمن رواسب تلك السبخات إلى مستويات تزيد بشكل ملحوظ عن مستوى الماء في حالة المد الأعلى مما يؤدي إلى تشبع تلك الرواسب وارتفاع معدلات المحتوى المائي فيها في حالة المد . ومما يزيد من فعالية تلك الخاصية الشعرية إزدياد نسبة المواد الناعمة (رمال ناعمة - طمي) في مكونات رواسب تلك السبخات والتي تزيد عن ٦٥٪ في بعض المواقع والأعماق .

أما الحالات التي يغلب على الماء الشعري المالح اتخاذها عقب ظاهرات المد المتعاقبة مباشرة فهي حالات التسرب السريع أو البطيء نحو الأعماق ، الخاضعة لقوة الجاذبية الأرضية ، مخلفاً وراءه شريحة من الرواسب تصل إلى ما بعد العمق الأقصى المدروس ، وهو ١٢٥ سم ، مترعة بالماء تتراوح فيها طاقة الاحتواء المائي بين ١٦٠ غ / سم^٢ و ٣٠٠٠ غ / سم^٢ ($PF = ٢,٢ - ٣,٥$) . وعلى الرغم من أن المحتوى المائي يكون هنا في معظمه متاحاً ومتيسراً بالنسبة للنباتات إلا أنه عندما تصل طاقة الاحتواء المائي في بعض الأعماق إلى ٣,٥ PF يصبح معها من الصعب على نفس تلك النباتات أن تمتص الماء الشعري من مسامات التربة حتى وإن كان المحتوى المائي الرطوبي كبيراً وعندها يصل ذلك المحتوى إلى حالة تباطؤ النمو النباتي وتوقفه أحياناً .

ومما يزيد تلك الظاهرة تعقيداً أن نسبة الملوحة في المحتوى المائي - الرطوبي لرواسب تلك السبخات تظل عالية جداً وتزيد أحياناً عن نسبة الملوحة في مياه الخليج المجاورة . لقد أظهرت العينات المائية التي جمعناها على أعماق مختلفة في موسم التساقط الشتوي لعام ١٩٨٩ تناقصاً بسيطاً في النسبة المئوية للملوحة المحتوى المائي لتلك السبخات لم يتجاوز ٥٪ فقط مقارنة بالنسبة المئوية للملوحة التي

اظهرتها العينات الأخرى التي التقطت من نفس المواقع في نهاية الفصل الجاف لنفس العام. إلا أن ذلك التناقص أنف الذكر لم يسجل إلا على أعماق تراوحت بين ٥ و ٢٥ سم فقط أما على الأعماق الكبيرة (٧٥ - ١٢٥ سم) فقد لوحظ أن المحتوى المائي لتلك السبخات الجافة يستمد معظم أوضاعه وملوحته من مياه البحر مباشرة وأنه نادراً ما يتأثر بمياه التساقط المطري بشكل مباشر.

أما في الوحدة المورفوبيدولوجية لحقول النباك (الكثبان الساحلية) فقد كانت التباينات التي طرأت على معدلات المحتوى المائي - الرطوبي وعلى طاقة الاحتواء المائي تستحق التأمل والمناقشة وخاصة خلال موسم التساقط الربيعي وموسم الجفاف الصيفي لعام ١٩٨٩. لقد تميزت تلك التباينات بالانسجام التام مع نسق تناقص مستمر لم تُلاحظ فيه الانقطاعات والحالات الشاذة الا نادراً.

ففي فصل التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ وفصل التساقط الشتوي لعام ١٩٩٠ كان ماء التساقط المطري يخضع في أغلب الأحيان عند تسربه في رمال النباك إلى قوة الجاذبية الأرضية وكانت حالة المحتوى المائي السائدة هي حالة التسرب السريع في مسامات تلك الرمال التي تمتاز بانسجام عمليات التراكم الريحي المكونة لها وبانعدام ظاهرة عدم التوافق والتجانس في أشكال وانماط العمليات الترسيبية فيها. ولهذا فقد كان الماء المتسرب فيها دوماً في حالتي السعة الحلقية والسعة المائية ($PF = 2, 2 - 3$) كما ظل المحتوى المائي طوال تلك الفترة قابلاً للامتصاص بسهولة من قبل النباتات وذلك لأن طاقة الاحتواء المائي كانت تتراوح بين ١٦٠ غ / سم^٢ و ١٠٠٠ غ / سم^٢ فقط.

أما خلال فصل الجفاف الصيفي لعام ١٩٨٩ فقد تناقصت معدلات المحتوى المائي - الرطوبي بشكل مضطرب مما أدى إلى تزايد ملحوظ في طاقة الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها للدرجة وصلت معها في بعض المواقع إلى قيم

عالية بغت ٤,٢ إلى ٤,٢ < كما تراوحت طاقة الاحتواء المائي بين ٣٠٠٠ غ / سم^٢ وأكثر من ١٦٠٠٠ غ / سم^٢، أي أن الوضع الذي كان يتخذهُ المحتوى المائي يصبح تمثلاً بالماء الشعري الملتهب الذي صعب إمتصاصه من قبل النبات أو بالماء الهيجروسكوبي الغير قابل للامتصاص بأي شكلٍ من الأشكال وبالتالي تصل النباتات معه إلى نقطة الذبول الدائم - Point de fletrisse - ment permanent .

وعلى الرغم من هذا كله فقد لوحظ أن طاقة الاحتواء المائي كانت في نهاية الفصل الجاف لعام ١٩٨٩ في أدنى حدودها على أعماق ٧٥ و ١٢٥ سم، إذ تراوحت قيم PF بين ٢,٢ و ٤,٢ > وسجلت أقل تلك القيم في الموقع 4 على نفس تلك الأعماق. ويمكن تفسير هذه الظاهرة بقدرة الرواسب الرملية للنبات على الاحتفاظ بمحتوى مائي مرتفع وذلك بسبب تجانس تركيبها الحبيبي وإزداد نسبة الرمال المتوسطة الحجم المكونة لها والتي تساعد على تباطؤ فعالية الخاصية الشعرية. بالإضافة إلى ذلك فإن اقتراب المنسوب الطبوغرافي للمستطحات التي تتركز عليها الكتل الرملية للنبات من منسوب السبخات الجافة يجعلنا نميل إلى تفسير تناقص معدلات طاقة الاحتواء المائي وقيم PF في الموقع 4 على عمق ٧٥ سم و ١٢٥ سم إلى معدلات ضئيلة تراوحت بين ٢,٢ و ٢,٥ بنفس العوامل الطبوغرافية الخاصة بالسطح والعوامل الفيزيائية المتعلقة بالرواسب التي لاحظناها في منطقة السبخات الجافة، لاسيما إذا عرفنا بأن الموقع 4 تحيط به السبخات من جهة الشرق والجنوب الشرقي وأن تلك الأعماق التي أخذت منها العينات في ذلك الموقع تقع دون المنسوب العام للسطح الطبوغرافي لتلك السبخات الجافة. إلا أنه وعلى الرغم من تزايد المحتوى المائي في ذلك الموقع وعلى تلك الأعماق وانخفاض طاقة الاحتواء المائي وقيم PF إلا أن ذلك المحتوى المائي يمتاز بملوحته التي تزايد كلما إزداد العمق لتقرب من نسبة ملوحة مياه البحر المجاورة أو تزايد عليها

أحياناً. أما في بقية المواقع فالمحتوى المائي يمتاز بعذوبته ويتأثره المباشر بمياه التساقط المطري مما يجعل أثره على الحياة النباتية مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بكمية التساقط السنوي وتوزعه على فصول السنة.

وعندما تنتقل إلى الفرشات الرملية الحديثة الدنيا في الموقعين 5، 6 نلاحظ عدداً من الظواهر الهامة يمكننا تلخيصها فيما يلي:

١ - ظاهرة تناقص معدلات المحتوى المائي بشكل مضطرب خلال جميع فترات الرصد في كل من الموقعين وعلى كافة الأعماق وخاصة على عمق ٥ سم. ويمكن تفسير هذه الظاهرة من خلال تزايد درجات الحرارة ومعدلات التبخر التي تؤثر بالدرجة الأولى على المستويات السطحية لتلك الفرشات الرملية إضافة إلى عامل آخر يمكن من خلاله تفسير هذه الظاهرة ألا وهو توقف أي شكل من أشكال التساقط المطري اعتباراً من تاريخ ١٣/٢/ ١٩٩٠.

٢ - لوحظ تزايد واضح في معدلات المحتوى المائي - الرطوبي على عمق ٢٥ سم وعمق ٧٥ سم في كلا الموقعين 5 و6 مما يدل على بلوغ ماء الجاذبية الأرضية لتلك الأعماق أثناء تسربه في الرواسب الرملية.

٣ - أما تناقص المحتوى المائي - الرطوبي الذي سُجل على عمق ١٢٥ سم في رواسب تلك الفرشات فيدل على عدم وصول ماء الجاذبية أثناء تسربه البطيء إلى هذه الأعماق وذلك إما بسبب ضآلة كمية التساقط في الموسم المطري السابق أو بسبب تداخل بعض الأفاق الرسوبية ذات المكونات الناعمة التي تعرقل عملية التسرب المائي وتزيد في نفس الوقت من فعالية الخصائص الشعرية.

٤ - من المرجح أن تباين طاقة الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها التي سُجلت في مختلف الفصول وعلى كافة الأعماق لا يمكن تفسيرها إلا من خلال تباين

الخصائص الفيزيائية للرواسب وبشكل خاص تباين أحجامها الحبيبية وعدم التوافق والانسجام Discordance في عمليات الترسيب المائي والتراكم الربيعي المكونة لتلك الفرشات.

٥ - أما في نهاية فصل الجفاف لعام ١٩٨٩ فقد سُجلت أعلى معدلات طاقة الاحتواء المائي في المستويات السطحية لرواسب تلك الفرشات ($PF = ٤,٢ <$)، كما لوحظ بعد ذلك انخفاض تلك المعدلات على عمق ٢٥ سم و٧٥ سم ($PF = ٣ < ٤,٢$) لتعود بعد ذلك للارتفاع والاستقرار حول معدل $PF = ٤,٢ >$ (ضغط الاحتواء المائي بين ١٠,٠٠٠ و ١٦,٠٠٠ غ/سم^٢). ومن المحتمل أن تكون كمية التساقط الضئيلة خلال الفصول السابقة، وخاصة فصل التساقط الربيعي لعام ١٩٨٩، والتي لم تتمكن من التسرب بعيداً حتى عمق ١٢٥ سم، هي السبب في ازدياد طاقة الاحتواء المائي ووصول المحتوى المائي، رغم ارتفاعه النسبي، إلى حالة الذبول المؤقت ($PF = ٤,٢ >$).

أما في الوحدة المورفوبيدولوجية للفرشات الرملية الحديثة العليا فمن الممكن تلخيص ومناقشة كافة الظواهر المتعلقة بالمحتوى المائي - الرطوبي وبطاقة الاحتواء المائي وحالة الماء في التربة والتي سُجلت في هذه الوحدة على النحو التالي:

١ - ازدياد معدلات المحتوى المائي في كافة المواقع الأربعة ٧، ٨، ٩، ١٠ وعلى كافة المستويات خلال موسم التساقط الخريفي لعام ١٩٨٩ وموسم التساقط الشتوي والربيعي لعام ١٩٩٠ بحيث ظل المحتوى المائي في حالة السعة الحقلية حتى مطلع شهر مارس ١٩٩٠. وبعد ذلك بدأ المحتوى المائي بالتناقص وطاقة الاحتواء المائي بالتزايد لدرجة أنه بتاريخ ٢٠/٤/١٩٩٠

وصلت قيم PF في بعض الأعماق إلى أكثر من ٢, ٤ (الموقع 10 على عمق ٧٥سم).

٢ - سُجل خلال نفس الموسم تباين واضح في معدلات المحتوى المائي وفي قيم PF في كافة المواقع الأربعة وعلى كافة الأعماق، مما أدى إلى وجود تباينات ملحوظة في حالة الماء تراوحت بين حالة ماء الجاذبية الأرضية وحالة الماء الشعري غير القابل للامتصاص من قبل النباتات.

٣ - أما في نهاية موسم الجفاف الصيفي لعام ١٩٨٩ فقد لوحظ تدني كبير في معدلات المحتوى المائي - الرطوبي على عمق ٥ سم، تزايدت معها قيم PF من ٣ < إلى ٤, ٢ > كما تراوحت حالة الماء في التربة بين حالة الماء الشعري القابل للامتصاص (السعة المائية) وحالة الماء الشعري غير القابل للامتصاص (حالة الذبول الدائم)، وقد سجل الموقعان 8، 9 أقل معدلات المحتوى المائي - الرطوبي وأعلى معدلات طاقة الاحتواء المائي التي زادت عن ١٦, ٠٠٠ غ/سم^٣ في أغلب المستويات وخاصة السطحية.

٤ - كما لوحظ أيضاً تناقص كبير في معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في الأعماق القصوى ٧٥سم و١٢٥سم وبشكل خاص في الموقعين 9، 10 مما يدل على عدم تمكن مياه التساقط من التسرب والوصول إلى تلك الأعماق بكميات كبيرة تقلل من معدلات PF المسجلة على تلك الأعماق.

٥ - أما في الموقعين 8,7 فقد لوحظ تناقص معدلات الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها من ٤,٢ < إلى ٣ > في الموقع 7 ومن ٤,٢ < إلى ٤,١ > في الموقع 8. ولا يمكن تفسير هذه الحالة الخاصة بهذين الموقعين إلا بعدم التوافن والانسجام في عمليات الترسيب المكونة لتلك الفرشات والذي كُنّا قد لَمَحْنَا إليه في منطقة الفرشات الرملية الدنيا أيضاً.

٦ - لوحظ العديد من الانقطاعات في تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي أو في طاقة الاحتواء المائي نذكر منها الانقطاع المسجل في الموقع 9 على عمق ٧٥ سم والانقطاع المسجل في الموقع 10 على عمق ٢٥ سم اللذان لوحظ فيهما تدنٍ واضح في قيم PF لا يمكن تفسيره إلا بوجود طبقة من الرمال الأكثر خشونة على هذين المستويين تصبح معها قيمة PF أقل ارتفاعاً كما تجعل المحتوى المائي قابلاً للامتصاص عندما تقل تلك القيمة عن ٤ . وتتراوح عندها حالة ذلك المحتوى المائي بين الماء الشعري القابل للامتصاص والماء الشعري القابل للامتصاص بصعوبة (١٠٠٠ غ / سم^٢ - ٣٠٠٠ غ / سم^٢) .

٧ - لوحظ أخيراً أن هذه الوحدة المورفولوجية تظل أكثر الوحدات في منطقة الدراسة جفافاً في نهاية فصل الجفاف الصيفي الطويل . فمحتواها المائي - الرطوبي هو الأقل وطاقة الاحتواء المائي هي الأكثر ارتفاعاً .

أما في بطون الأودية السيلية الجافة عند أقدام حافة جال الزور فقد أمكن تسجيل عدد من الملاحظات والظواهر التي تستحق التركيز عليها وتحليلها بإسهاب نوردناها على النحو التالي :

١ - لوحظ خلال موسم التساقط الخريفي ١٩٨٩ والشتوي لعام ١٩٩٠ أن المحتوى المائي - الرطوبي ظل مرتفعاً حتى نهاية النصف الأول من موسم التساقط الربيعي ١٩٩٠ . كما لوحظ أن قيم PF كانت منخفضة (٢ر٢ >) ، مما يدل على أن حالة الماء طوال تلك الفترة كانت ضمن حدود ماء الجاذبية ذو التسرب السريع وأن الحالة المميزة للمحتوى المائي كانت أيضاً في حدود السعة الحقلية التي يكون معها ذلك المحتوى المائي تحت تصرف النباتات بشكل أمثل .

٢ - لوحظ أيضاً خلال نفس الفترة آنفة الذكر أن المحتوى المائي كان في تناقص مستمر باتجاه الأعماق ومع ذلك فقد كانت طاقة الاحتواء المائي لا تتجاوز

١٦٠ غ / سم^٢ وقيم PF لا تتعدى ٢٢>. ويمكن تفسير ذلك بالجريان المائي تحت سطح التربة *écoulement hypodermique* الذي يتصف بفعالية كبيرة عقب الزخات المطرية المركزة والذي يحول دون تسرب كميات كبيرة من مياه الجاذبية الأرضية نحو الأعماق الكبيرة.

٣- أما خلال موسم التساقط الربيعي وخلال موسم الجفاف الصيفي الطويل لعام ١٩٨٩ فقد طرأ دون شك تناقص واضح على معدلات المحتوى المائي - الرطوبي في كل من الموقعين 11,12 وعلى كافة الأعماق، إلا أن طاقة الاحتواء المائي وقيم PF ظلت في حدود أقل من ٢٢ > حتى نهاية شهر مايو / ١٩٨٩ حيث أخذت بعدها بالتزايد لتصبح بعدها في حدود ٢٥ في الطبقات السطحية والأعماق (ماء الجاذبية ذو التسرب البطيء) ومع ذلك يظل المحتوى المائي في حدود السعة الحقلية في كافة المواقع والأعماق.

٤- أما في نهاية فصل الجفاف (أواخر شهر سبتمبر ١٩٨٩) فقد أمكن تسجيل ظاهرة لم يسبق تسجيلها في أية وحدة من الوحدات المورفوبيدولوجية الأربع الأخرى ألا وهي ظاهرة التزايد الواضح في معدلات المحتوى المائي - الرطوبي باتجاه الأعماق بشكل منتظم لا انقطاع فيه. وقد رافق ذلك التزايد في المحتوى المائي - الرطوبي تناقص منتظم أيضاً في قيم PF وبالتالي في معدلات طاقة الاحتواء المائي. ففي الموقع 11 كانت قيمة PF تعادل ٤٢ على عمق ٥ سم في حين أنها لم تتجاوز ٣٥ على عمق ١٢٥ سم، أي أن طاقة الاحتواء المائي هبطت من ١٦٠٠٠ غ / سم^٢ وبالتالي تغيرت من حالة الماء غير القابل للامتصاص على عمق ٥ سم (الماء الهيجروسكوبي) ^(١٠) إلى حالة الماء القابل للامتصاص بصعوبة. أما في الموقع 12 فقد هبطت قيمة PF من ٤٢ < (أكثر من ١٦٠٠٠ غ / سم^٢) إلى ٣ > (أقل من ١٠٠٠ غ / سم^٢) على نفس العمقين المذكورين، وبالتالي فقد تغيرت حالة المحتوى المائي من ماء غير قابل للامتصاص (ماء هيجروسكوبي ملتحم) على عمق ٥ سم إلى ماء شعري قابل

للامتناسـص بسهولة من قبل النبات إذ تتراوح حالته بين السعة الحقلية والسعة المائية.

إن هذه الخاصية الفريدة التي لم تُسجل بمثل هذا الوضوح والدقة في بقية الوحدات المورفولوجية الأخرى تستحق الوقوف عندها ومحاولة توظيفها والانتقال بها من حيز النتائج العلمية الصرفة إلى حقل التطبيق والاختبار.

النتائج التطبيقية

في ختام هذه الدراسة الميدانية يبدو من الصعب الذهاب بعيداً والمبالغة في التأكيد على النتائج التطبيقية لهذا البحث الميداني الهادف. لقد حاولنا قدر المستطاع، في هذه الدراسة المدعّمة التي استغرقت ما يقارب ثلاثة أعوام، التزام الموضوعية العلمية واتباع منهجٍ علميٍّ دقيقٍ تم تحديده مسبقاً بشكلٍ تفصيليٍّ مبتعدين عن أي شكلٍ من أشكال التعميم، ومع هذا كله فقد كان بالامكان جعل هذه الدراسة أكثر عمقاً وشموليةً لو أنها تمّت على يد فريق متكامل من عدد من الاختصاصيين في مجال علوم الأرض المختلفة تصبح معها النتائج دون شك أكثر مصداقية وأصالة.

وعلى الرغم من ذلك فقد تمكّنا، بعد إستقراء النتائج العلمية الصرفة التي تمخض عنها هذا البحث، من الإشارة إلى عدد من النتائج القابلة للتطبيق Applicables التي يمكن توظيفها في مجال تحسين الشروط البيوجغرافية الآخذة بالتهور في الوسط الطبيعي المدروس، تلك النتائج التطبيقية هي:

١ - استناداً إلى النتائج العلمية المتعلقة بمنطقة السبخات الجافة يمكن اقتراح محاولة استزراع تلك الوحدة المورفويدولوجية ببعض النباتات المقاومة للملوحة Halophytes والتي من المستحسن اختيار النباتات الشجرية المعمّرة المتواجدة أصلاً في هذه المنطقة والتي هي الأكثر تلاؤماً مع الشروط الهيدرولوجية والمناخية السائدة في هذا الوسط الطبيعي. لقد لوحظ أن المشكلة الأساسية التي يمكن أن تعيق الحياة النباتية في منطقة السبخات الجافة لا تتجلى في نقص كمية الماء المتاح eau disponible، فالمحتوى المائي يظل مرتفعاً في كافة الفصول، كما أن طاقة الاحتواء المائي Potencial matriciel وقيم PF المرتبطة بها تظل منخفضة تتراوح طوال العام بين PF ٢٢ و PF ٢٢٢ و PF ٢٥ ونادراً ما تصل إلى PF

٣٥٥. وهكذا فالمحتوى المائي يظل، والحالة هذه، في حدود السعة الحقلية Capa-cité au champ وتقلما يصل إلى حدود نقطة تباطؤ النمو النباتي (طاقة الاحتواء المائي ٣٠٠٠ غ / سم^٢)، وكلها حالات يظل النبات معها قادراً، من خلال الخاصية الاسموزية، على امتصاص حاجته من هذا الماء المتاح بسهولة ويسر، وعلى النمو بشكل طبيعي شريطة أن يكون هذا النبات من الأنواع المقترحة المقاومة للملوحة والمتلائمة مع معدلات ملوحة عالية قد تزيد أحياناً عن معدل الملوحة في مياه الخليج المجاورة (٤٠٪)، مثل نبات الطرفاء *Tamarix aucherana* ونبات الأشنان *Seidlitzia rosmarinus* والبوص وغيرها. (راجع هوامش البحث).

٢ - أما في الوحدة المورفولوجية لحقول النباك الساحلية فالنتائج العلمية التي انتهت إليها البحث تجعل بالامكان اقتراح استزراع المسطحات الرملية المنخفضة، التي تشكل أرضية تتناثر فوقها النباك، بنفس الأنواع النباتية المقترحة في منطقة السبخات الجافة وذلك بسبب التشابه الكبير في الخصائص المورفولوجية والهيدرولوجية بين المنطقتين مثل انخفاض المنسوب الطبوغرافي وارتفاع معدلات المحتوى المائي *teneur en eau* وتضاؤل طاقة الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها. أما التجمعات الرملية التي تمثلها النباك ذاتها والتي تتفاوت من حيث أحجامها وارتفاعاتها من مكان لآخر في تلك المنطقة فمن الممكن استزاعها بالشجيرات المعمرة التي كانت سائدة في المنطقة وأكثر انتشاراً مما هي عليه الآن والتي كانت تمثل أصلاً العامل الأساسي في تشكل تلك النباك مثل شجيرات الغردق *Nitraria retusa* والعوسج *Lycium Shawii* والهزم *Zygophyllum quatarense* وغيرها.

ومن المتوقع عند استزراع هذه النباتات وحمايتها من تدخل الإنسان أن تتسع مناطق حقول النباك مرة أخرى كما كانت منذ حوالي قرن من الزمان وتصبح بالتالي تلك النباتات المستزرعة في بيئة هشة شديدة

الحساسية قادرة على استعادة عالمها الايكولوجي الخاص وعلى الاتساع والانتشار من تلقاء نفسها مستفيدة من خصائصها الفيزيولوجية الوظيفية التي تمكّنها من إمتصاص ماء التساقط العذب المتسرب ضمن التجمعات الرملية للنبات كما تمكّنها من الاستفادة إلى حدٍ ما من المياه القليلة الملوحة .

وعلى الرغم من تفاوت معدلات المحتوى المائي وتفاوت طاقة الاحتواء المائي في رمال النبات إلا أنه لوحظ أن معدلات PF كانت تتراوح على عمق ٧٥ سم وعمق ١٢٥ سم بين PF ٢٢ و PF ٤٢ > وهي معدلات تسمح في معظمها للنباتات بامتصاص حاجتها من المحتوى المائي أو أنها في بعض الأحيان تجعل ذلك المحتوى المائي صعب المائل بالنسبة لتلك النباتات (PF ٤٢ > أي نقطة الذبول المؤقت point de flétrissement temporaire)^(٨) . إن هذه النتيجة تترك المجال واسعاً لتوقع مدى الصعوبات والظروف المعوقة التي ستعرض لها هذه النباتات المستزرعة إلا أنها تترك مزيداً من الأمل ببقاء تلك النباتات مزدهرة، أو على الأقل، على قيد الحياة وذلك لأن الأوضاع التي يتخذها المحتوى المائي في هذه المنطقة ستظل في حدود تتراوح بين السعة الحقلية والسعة المائية وحالة تباطؤ النمو النباتي أو في أحيان قليلة في حالة الذبول المؤقت في أواخر الفصل الجاف الطويل . وهكذا تظل محاولة استزراع هذه الوحدة المورفوبيدولوجية ممكنة ومجدية شريطة حماية المنطقة المستزرعة من التدخل البشري العشوائي والمتطرف .

٣- من خلال النتائج العلمية الخاصة بمنطقة الفرشات الرملية الحديثة الدنيا، الذي يقع معظمها جنوب شرق طريق الدوحة - الصبية، لاحظنا صعوبة استزراع الأشجار أو الشجيرات المعمرة في هذه الوحدة المورفوبيدولوجية وذلك بسبب انخفاض معدلات المحتوى المائي من

جهة وبسبب تزايد معدلات طاقة الاحتواء المائي وقيم PF المرتبطة بها. فقد لوحظ منذ شهر مارس، أن قيم PF كانت على عمق ٧٥ سم و ١٢٥ سم في حدود PF ٣ < ووصلت في نهاية شهر يونيو إلى PF ٢٤ > لتبلغ أخيراً معدل PF ٢٤ في بعض المواقع. أي أن حالة المحتوى المائي كانت تتراوح بين الماء الشعري القابل للامتصاص eau^(١١) capillaire absorbable (٣٠٠٠ غ / سم^٢) والماء الشعري غير القابل للامتصاص eau capillaire non absorbable^(١٢) (١٦٠٠٠ غ / سم^٢). ومما يؤكد صعوبة إستزراع الأشجار والشجيرات في هذه الوحدة المورفوبيدولوجية أن معدلات طاقة الاحتواء المائي كانت مرتفعة على أعماق ٧٥ سم و ١٢٥ سم حتى خلال موسمي التساقط الشتوي والربيعي لعام ١٩٨٩ (PF = ٣-٤). وعلى الرغم من هذا كله تظل منطقة الفرشات الرملية الدنيا هذه صالحة لاستزراع النباتات العشبية الحولية من فصيلة النجيليات أو الفصائل الأخرى القادرة على مقاومة الحرارة والجفاف والتي يمكنها الاستفادة من المحتوى المائي الغزير والمتاح خلال موسم التساقط الشتوي والربيعي واستغلال طاقة الاحتواء المائي المنخفضة التي تجعل ذلك المحتوى المائي متيسراً للنباتات على عمق يتراوح بين ٢٥ سم و ٧٥ سم. إذ أن طاقة الاحتواء تظل بين ١٦٠ غ / سم^٢ و ١٠٠٠ غ / سم^٢ أي في حدود تتراوح بين السعة الحقلية والسعة المائية.

٤ - أما في الوحدة المورفوبيدولوجية للفرشات الرملية العليا فقد أكدت النتائج التي تمخض عنها البحث على كون هذه الوحدة هي أقل الوحدات المورفوبيدولوجية المدروسة غنىً بمحتواها المائي خلال موسم الجفاف الصيفي وأكثرها تميزاً بارتفاع معدلات طاقة الاحتواء المائي وقيم PF على كافة الأعماق السطحية منها والكبيرة في نفس الوقت. إلا

أن وجود بعض الحالات التي تشذ عن هذه القاعدة؛ كما هو الحال في الموقع 7 على عمق ١٢٥ سم حيث كانت $PF = ٣ <$ وفي الموقع 8 على عمق ٧٥ سم حيث كانت $PF = ٣ >$ وأخيراً في الموقع 10 على عمق ٢٥ سم حيث سجلت قيمة تعادل $PF > ٣$ ، تدل على عدم استحالة استنزاع بعض الأشجار أو الشجيرات في بعض المواقع المنخفضة طبوغرافياً من هذه الوحدة وخاصة في الأجزاء المتاخمة مباشرةً لبطن الأودية السيلية الجافة التي تحترق هذه الفرشات الرملية على شكل شرايين متوازية تحددها من الشمال الغربي باتجاه الجنوب الشرقي. أما بقية أجزاء هذه الفرشات الرملية فتقتصر صلاحيتها على إستزراع النباتات العشبية الحولية المائلة لتلك التي أُقْرِحَتْ في منطقة الفرشات الرملية الحديثة الدنيا.

٥ - أما بطون الأودية السيلية الجافة عند أقدام حافة جال الزور فقد تبين أنها تمثل وسطاً طبيعياً ملائماً لاستزراع الأشجار والشجيرات وكذلك النباتات الحولية. ففي فصول التساقط الخريفي والشتوي والريبيعي يظل المحتوى المائي - الرطوبي مرتفعاً ولا تهبط قيم PF عن $٢٢ >$ وبالتالي فالمحتوى المائي هذا يظل في سعته الحقلية (طاقة الاحتواء المائي أقل من ١٦٠ غ / سم^٣) كما يظل ماء التساقط المطري المشرب في مسامات الرواسب تحت تصرف النباتات على كافة الأعماق وبالشكل الأمثل.

وعلى الرغم من التناقض التدريجي الذي يصيب معدلات المحتوى المائي - الرطوبي على كافة الأعماق إلا أن ما دفعنا إلى تبني مثل هذا الاقتراح الجريء هو أن طاقة الاحتواء المائي تظل منخفضة أيضاً رغم ذلك التناقض الذي يصيب المحتوى المائي ابتداءً من نهاية موسم التساقط الربيعي. ففي نهاية شهر يونيو ١٩٨٩ كانت قيم PF

في حدود ٢٢ و ٣ > وظلّت تلك القيم على الأعماق الكبيرة (١٢٥-٧٥ سم) تتراوح بين PF ٣٥ و PF ٣ > حتى نهاية موسم الجفاف الصيفي الطويل لنفس العام. وهذا يدل على أن المحتوى المائي - الرطوبي، على تلك الأعماق الكبيرة وفي تلك الفترة الحرجة بالنسبة للنمو النباتي، كان في وضع يتأرجح بين حالة السعة الحقلية (أقل من ١٠٠٠ غ / سم^٢) وبين حالة الماء الشعري الذي يصعب على النبات امتصاصه (أكثر من ٣٠٠٠ غ / سم^٢)، إلا أنه لم يصل أبداً إلى حالة الماء الذي يستحيل امتصاصه (١٦٠٠٠ غ / سم^٢ وأكثر) طوال فترة الدراسة الميدانية. وهكذا يمكن القول بإمكانية استزراع العديد من الأنواع الشجرية والشجيرية من الأنواع المقاومة للجفاف Xerophytes والنباتات الوسطية Mesophytes إضافةً إلى الأعشاب الحولية EphemeroPhytes، وذلك على شكل أشربة تساير مجاري هذه الأودية الجافة على جانبي خطوط القاع شريطة تعهدها بالعناية والحماية اللازمة خلال أطوار حياتها الأولى.

٦ - تظل كافة النتائج التطبيقية آنفة الذكر والاقتراحات التي بُنيت عليها من خلال هذا البحث ضرباً من الترف العلمي النظري عديم الجدوى إذا لم يرافق تطبيق هذه النتائج عدد من الإجراءات الوقائية الرسمية والقوانين والتشريعات البيئية التي من شأنها حماية مناطق الاختبار التطبيقي لتلك النتائج من أي تدخل بشري مخرب. لقد ثبت أخيراً أن كل أشكال التدهور البيئي الذي ألمّ بالوسط البيوجغرافي في منطقة الدراسة هو من عمل الإنسان، فالمناخ لم يطرأ عليه أي تغير جوهري محسوس منذ حوالي سبعة آلاف سنة ومن المجحف أن نسب هذا التدهور المؤسف ونعزوه إلى التغيرات المناخية وهي منه براء.

«هوامش البحث»

(١) طاقة الإحتواء المائي : Potentiel matriciel تتمثل في مجموعة من القوى والضغط التي تحتجز الماء وتمسك به في مسامات التربة، تلك الضغط هي: الخاصية الشعرية، الضغط الأسموزي، قوة الالتحام أو الالتصاق، وضغط زوايا المسامات ويطلق على آثار تلك القوى مجتمعة: طاقة الإحتواء المائي. وتزايد معدلات طاقة الإحتواء المائي كلما ازداد جفاف التربة والرواسب السطحية، ويُعبّر عن طاقة الإحتواء المائي من خلال لوغاريتم القوة المسككة بذرات الماء في مسام التربة والتي يطلق عليها PF. وتتراوح قيم طاقة الإحتواء المائي بين ١٦٠ غ / سم^٣ ويقابلها PF = ٢,٣، وبين ١٦٠٠٠ غ / سم^٣ ويقابلها PF = ٤ (جدول ٧ وجدول ٨).

(٢) PF: تتمثل قيمة PF للترب والرواسب السطحية بلوغاريتم قوة الضغط التي تمسك بذرات الماء في مسامات التربة. ويُعبّر عن قوة الضغط هذه بارتفاع الماء بالسنتيمتر أو بالبار. ولما كان الضغط الأسموزي الذي يسمح للنبات بامتصاص ماء التربة يصل في أغلب الحالات إلى (٥) بار، وأن كل (١) بار يعادل (١) متر من الماء أي ١٠٠٠ سم فتكون قيمة PF والحالة هذه: $PF = \log 5000 = 3,7$ والجدير بالذكر أن قيمة PF ترتبط بطبيعة التربة والحجم الحبيبي للرواسب والمواد المكونة لها، كما أن قدرة النباتات على امتصاص الماء من التربة ترتبط بشكل وثيق بقيمة PF الخاصة بتلك التربة، فكلما زاد معدل PF كلما تناقصت قدرة النباتات على امتصاص الماء من التربة. فالضغط الأسموزي يظل قادراً على تحقيق امتصاص ماء التربة ما دام PF في حدود ٣,٧، وعندما يزيد معدلها عن ٤,٢ يصبح من المستحيل على أي نوع من أنواع النبات امتصاص الماء الهيجروسكوبي الملتحم مع ذرات التربة بإستثناء بعض النباتات الجفافية التي تظل قادرة على امتصاص الماء من التربة حتى وإن بلغ ضغط الإحتواء المائي ١٦٠٠٠ غ / سم^٣ أو حتى عندما تصل قيمة PF إلى ٤,٢.

(٣) لَمَّا كَانَ من المستحيل قياس وتحديد المحتوى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في الموقع مباشرة In situ لهذا فقد كان يتم أخذ العينات ووضعها في عبوات خاصة وإغلاقها لولياً بعد وضع الغشاء اللاصق الخاص، وذلك لمنع أي تسرب للمحتوى المائي في العينة عن طريق التبخر. وقد اعتُبر تاريخ فتح العينة بعد يوم أو يومين من تاريخ التقاطها وكأنه يمثل تاريخ التقاطها الفعلي In situ وذلك بسبب دقة إغلاقها وإستحالة ضياع محتواها المائي بالتبخر خلال تلك الفترة الزمنية الفاصلة.

(٤) المحتوى المائي للتربة Teneur en eau + humidite du sol يعتبر المحتوى المائي من أهم العوامل التي يتأثر بها النبات. ويتمثل هذا المحتوى في كمية المياه المتسربة عبر مسامات الرواسب والترب والتي تتخذ أشكالاً عدة أهمها ماء الجاذبية الأرضية والماء الشعري وأشكاله المختلفة والماء الهيجروسكوبي. كما يتجلى المحتوى المائي أيضاً على شكل بخار ماء Vapeur d'eau يوجد ضمن ثقوب ومسامات التربة عندما تكون تلك الثقوب والمسامات خالية من الماء السائل (انظر الهوامش الأخرى).

(٥) السعة الحقلية : *Capacite au champ* وهي كمية الماء التي تظل مسامات التربة محسكة بها بعد انتهاء مرحلة التصريف المائي الراسي السريع ، الذي يخضع لقوة الجاذبية الأرضية *eau de gravite* ، عندما تصبح حركة الماء الشعري داخل التربة بطيئة جداً . فبعد سقوط المطر تصل الرواسب السطحية إلى سعتها الحقلية بعد مدة تختلف حسب نوع الرواسب وأحجامها . ففي المنطقة المدروسة حيث تسود الرواسب الرملية لا تزيد تلك المدة عن عدة ساعات وذلك لأن حركة الماء فيها تكون سريعة بسبب اتساع ثقوبها ومساماتها . ويشكل عام يعتبر المحتوى المائي في تربة ما ضمن حدود السعة الحقلية عندما تكون الضغوط التي تحسك بهذا الماء ضمن مسامات التربة معادلة أو تزيد قليلاً عن 10^{-3} بار أي $3/1$ ضغط جوي أو ما يعادل 320 غ / سم² وهذا يعني أن PF تعادل (٢ر٥) (الجدول ٧ ، ٤٨ ، ٩ ، ١٠) .

(٦) السعة المائية : *Capacite de retention* وتمثل في الكمية القصوى للماء الشعري المتبقي في مسام التربة بعد تسرب ماء الجاذبية كله . فهي تشمل إذن الماء الهيجروسكوبي والماء الشعري بنسوبة القابل للامتصاص من قبل جذور النباتات وغير القابل للامتصاص ويعتبر المحتوى المائي للتربة في حدود السعة المائية عندما تكون الضغوط والقوى التي تحسك الماء في مسامات التربة (طاقة الاحتواء المائي) معادلة أو تزيد عن 10^{10} غ / سم² (١ بار أو ١ ضغط جوي) وعندما يكون معدل PF المرتبط بها في حدود (٣) . وفي أغلب الأحيان لا يتأثر المحتوى المائي في حالة السعة المائية بقوة الجاذبية الأرضية بل يشكل في معظمه الاحتياطي المائي للتربة الذي تتمكن النباتات من الاستفادة منه في نموها وبثاقها على قيد الحياة .

(٧) نقطة الذبول الدائم *Point de flétrissement permanent* تتحقق نقطة الذبول الدائم عندما يصبح المحتوى المائي للتربة غير قابل للامتصاص من قبل جذور النباتات . وفي هذه الحالة يكون هذا المحتوى المائي مقتصرأ على الماء الهيجروسكوبي والماء الشعري غير القابل للامتصاص ، كما تكون طاقة الاحتواء المائي مساوية أو تزيد عن 10^{10} غ / سم² (١٦ بار أو ١٦ ضغط جوي) ، وتكون أيضاً قيمة PF معادلة لـ 10^{10} . وعلى الرغم من خطورة نقطة الذبول الدائم ، التي تمثل في الحقيقة إحدى الخصائص المميزة للترب والرواسب السطحية ، إلا أنه من المعروف حالياً أن هناك العديد من النباتات الجفافية *Xerophytes* تظل قادرة على امتصاص ماء التربة حتى وإن بلغت طاقة الاحتواء المائي فيها ١٦ بار أي 10^{10} غ / سم² . وهكذا فمن الممكن الاستفادة من هذه الحقيقة العلمية وتوظيفها في هذه المنطقة المدروسة عن طريق إستزراع العديد من تلك الأنواع النباتية المقاومة للجفاف والمتألמה مع خصائص التربة والمناخ .

(٨) نقطة الذبول المؤقت أو العارض *Point de flétrissement temporaire* ترتبط بالترب والرواسب السطحية التي يكون فيها معدل $PF = 4$ وتكون فيها طاقة الاحتواء المائي أكبر من 10^{10} غ / سم² (١٠ بار أو ١٠ ضغط جوي) . وفي حالة وصول المحتوى المائي إلى نقطة الذبول المؤقت يكون قسم من ماء التربة غير قابل للامتصاص من قبل النباتات أو يصعب عليها كثيراً إمتصاصه (طاقة احتواء مائي بين 10^{10} غ / سم² و 10^{11} غ / سم² و PF يتراوح بين ٤ و ٢ر٤) . وفي هذه الحالة يتوقف نمو النباتات التي تتشارك الوضع الحرج فتقوم بغلق مساماتها لكي تحدد من عملية النتج إلى أقصى حد ممكن وهذا تتمكن من البقاء على قيد الحياة .

(٩) ماء الجاذبية الأرضية Eau de gravité هو الماء الذي يملأ بشكل آلي كافة الفراغات والمسامات الكبيرة في الرواسب السطحية ويكون خاضعاً في حركته للثقالة وللجاذبية الأرضية، وتتراوح طاقة الاحتواء المائي في حالة ماء الجاذبية بين $2 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ و $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ كما تتراوح درجة PF بين (٥٥ و ٣). ويمكن أن نُميِّز، إستناداً إلى سرعة التسرب الرأسي لماء الجاذبية، بين:

- ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي السريع، حيث تتراوح طاقة الاحتواء المائي بين $2 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ و $160 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ ، ودرجة PF بين (٥٥ و ٢٢).

- ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي البطيء حيث تتراوح طاقة الاحتواء المائي بين $2 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ و $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ كما تتراوح درجة PF المرتبطة بها بين (٢٢ و ٣). وفي جميع الحالات يظل ماء الجاذبية الأرضية متاحاً وتحت تصرف النباتات التي يمكنها أن تمتص منه كميات كبيرة تساعد على النمو والازدهار.

(١٠) الماء الهيجروسكوبي Eau hygroscopique ويتمثل في المحتوى المائي غير متاح للامتصاص الباقي، ذلك لأن هذا الماء يكون ملتصقاً مع سطح حبيبات التربة ومشدوداً لها بقوة تفوق قوة الامتصاص الجذري. وتختلف كمية الماء الهيجروسكوبي في الترب باختلاف تركيبها الميكانيكي حيث تكون أكبر في الترب الطينية منها في الترب الرملية الحبيبات. وتبلغ طاقة الاحتواء المائي في حالة الماء الهيجروسكوبي حداً يزيد على $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ وتكون قيمة PF أكبر من (٥). (جدول ٧ و جدول ٨).

(١١) الماء الشعري القابل للامتصاص Eau capillaire absorbable هو الماء الذي يملأ المسامات المتوسطة الحجم في التربة حيث تتراوح طاقة الاحتواء المائي بين $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ و $2 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ ($2 < PF < 3$)، ويمكن تصنيف هذا الماء بحسب قابليته للامتصاص من قبل النباتات إلى:

- ماء شعري يسهل إمتصاصه: حيث تتراوح طاقة الاحتواء المائي بين $3000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ و $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ ($4 < PF < 2.5$). فعندما تتجاوز درجة PF 2.5 تصبح كمية الماء المتاحة للنباتات في التربة أقل وتصبح هذه الكمية غير كافية لتحقيق النمو النباتي الأمثل مما يؤدي إلى تضائل عملية النمو النباتي التي تتوقف في معظمها عندما تصل طاقة الاحتواء المائي إلى $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ ودرجة PF إلى ٤.

- ماء شعري من الصعب جداً إمتصاصه: حيث تتراوح طاقة الاحتواء بين $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ و $1600 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ ($2 < PF < 4$)، ويصبح معها من الصعب، إلى حد كبير، على النباتات أن تمتص من المحتوى المائي للتربة حاجتها التي تؤمن لها استمرار عملية النمو النباتي.

(١٢) الماء الشعري غير القابل للامتصاص Eau capillaire non absorbable وهو الماء الذي تحتجزه في مسام التربة طاقة إحتواء كبيرة، تتراوح بين $1600 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ و $1000 \text{ سم}^3 / \text{غ}$ ($5 < PF < 2$)، تصبح معها عملية إمتصاص جذور معظم النباتات لهذا الماء، عن طريقة ظاهرة الانتشار الغشائي (الاسموزية)، مستحيلة.

(١٣) مفهوم الماء المفيد والقابل للاستخدام من قبل النبات Notion d'eau utile يرسى ديشوفور (Duchaufour p.1970) أن مفهوم الماء المفيد يتحدد من خلال كمية المحتوى المائي للتربة في حالة

السعة الحفلية من المحتوى المائي لنفس التربة عندما تبلغ طاقة الاحتواء المائي فيها نقطة الذبول الدائم، وهو يقترح الصيغة التالية:

$$EU = H(PF_{2,2}) \sim (PF_{4,2})$$

حيث EU = الماء المفيد والقابل للاستخدام من قبل النبات.

$$H = \text{محتوى التربة من الماء.}$$

جدول ١٠) القيم المعززة للمحتوى المائي في الرواسب السطحية وعلاقتها بطاقة
الاحتواء المائي ومعدلات الـ PF

الرواسب	الأوضاع المعززة للمحتوى المائي في الرواسب السطحية	قيمة PF	طاقة الاحتواء المائي غ / سم
السعة الحقلية	حالة الماء في التربة وفي الرواسب السطحية		
	ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي	٢٢	١٦٠
	ماء الجاذبية ذو التسرب الرأسي البطيء	٢٥	٣٢٠
السعة المائية	ماء شعري قابل للامتصاص من قبل النبات	٣٥	١٠٠٠
نقطة تباطؤ النمو النباتي	ماء شعري يصعب على النبات امتصاصه	٣٥	٣٠٠٠
نقطة الذبول المؤقت أو الدائم	ماء شعري يصعب كثيراً على النبات امتصاصه	٤٥	١٠٠٠٠
	ماء شعري غير قابل للامتصاص	٤٢	١٦٠٠٠

مراجع البحث

أولاً: المراجع العربية :

- ١ - السيد السيد الحسيني (١٩٨٨) «جيومورفولوجية منطقة الخيران جنوب الكويت» اصدار خاص من وحدة البحث والترجمة - قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.
- ٢ - عادل عبد السلام (١٩٧٥) «جال الزور هل هو جرف صدي أم حتى، مجلة كلية الآداب والتربية - جامعة الكويت - العدد ٨، ص ٨٣ - ٩٣.
- ٣ - طيبة عبد المحسن العصفور ومحمد اسماعيل الشيخ (١٩٨٧) «حول بعض المظاهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالتطرف المناخي في الكويت» مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية - الكويت - العدد ٥٢ السنة ١٧ ص ٢١-٥٠.
- ٤ - عبد الحميد أحمد كليو ومحمد اسماعيل الشيخ (١٩٨٦) «نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت - دراسة جيومورفولوجية»، وحدة البحث والترجمة - قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية.
- ٥ - عبد الحميد أحمد كليو (١٩٨٨) «أودية حافة جال الزور بالكويت، تحليل جيومورفولوجي» اصدار خاص من وحدة البحث والترجمة - قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.
- ٦ - محمود عبدو العودات وآخرون (١٩٨٥) «الجغرافية النباتية» عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود - الرياض.
- ٧ - محمد عبد الرحمن الصرعاوي (١٩٨٩) «جيومورفولوجيا جال الزور الكويت» منشور في الكويت.

٨ - مراقبة المناخ - إدارة الأرصاد الجوية - الإدارة العامة للطيران المدني بدولة الكويت» ملخصات مناخية خاصة بمحطة مطار الكويت الدولي (١٩٥٨ - ١٩٩٠).

ثانياً: الخرائط:

- ١ - الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/٥٠٠٠٠ (١٩٧٦) التي تغطي منطقة الدراسة (لوحتان).
- ٢ - الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/٢٥٠٠٠ (١٩٧٨) التي تغطي منطقة الدراسة (٣ لوحات).
- ٣ - الخرائط الجوية مقياس ١/١٠٠٠٠ التي تغطي منطقة الدراسة (٤ لوحات).

ثالثاً: المراجع الاجنبية:

1. AL-Asfour, T.A. (1982): Changing sea-level along the North coast of Kuwait Bay, Kegan Paul, London, 186 PP.
2. AL-Sarawi, M. (1982): The origin of the Jal-Az-Zor Escarpment, J. of the University of Kuwait (Science) vol. 9, no. 1, PP. 151-162.
3. AL-Sarawi, M. (1988); Morphology and facies of alluvial fans in Kadhmah Bay, Kuwait. Jou. Sed. Petrology, Vol. 58, no. 5.
4. Blanck, J.P., Cloots-Hirsch, A.R. (1980): Incidence de la sécheresse sur l'équilibre des milieux naturels au Sahel: étude écodynamique de la région de Maradi (Niger). Colloque SEPANRIT, Bordeaux, France.
5. Blanck, J.P., Gobert, A. (1982): Un aspect du milieu naturel: le région de Maradi (Niger). Annales de Géog. no. 505, PP. 305-339.
6. Duchaffour, P. (1970): Précis de Pédologie. Paris, Masson, 481 P.

7. EL-Cheikh, M.I. (1988): L'agressivité du climat et le problème de l'eau potable au Kuwait (Arabie), *Annals de Géogr.*, no. 450, PP. 150-170.
8. Khalaf, F., Gharib, I. and AL-Hashash, M. (1984): Types and characteristics of the recent surface deposits of Kuwait, *Arabian Gulf Journal of Arid Environments*, Vol. 7, PP. 9-33.
9. Picha, F. and Saleh, A. (1977): Quaternary sediments in Kuwait, *Jou. of the Univ. of Kuwait (Science)*, no. 4, PP. 169-185.
10. Salman, A.M.S. (1979): Geology of Jal-Az-Zor - AL-Liyah area, Kuwait. Master Thesis, Kuwait University (Unpubl.), 128 P.

المصطلحات العلمية والتقنية الواردة في البحث باللغات الثلاث العربية والانكليزية والفرنسية بحسب تسلسل ورودها في البحث

المصطلح بالعربية	المصطلح بالانكليزية	المصطلح بالفرنسية
١ - محمية طبيعية	National Park	1 - Parc National
٢ - طاقة الاحتواء المائي	Soil Water Capacity	2 - Potentiel matriciel
٣ - لوغاريتم طاقة الاحتواء المائي في التربة	PF	3 - PF
٤ - علم الترب (بيدولوجيا)	Pedology	4 - Pédologie
٥ - الماء المتاح أو المتيسر	Available Water	5 - Eau disponible
٦ - أثر الخاصية الشعرية	Capillary action	6 - Actions capillaires
٧ - الضغط التشنائي الاسموزي	Osmotic Pression	7 - Pression osmotique
٨ - التعلل الماء بذرات التربة	Adhesion	8 - Adhésion
٩ - الماء غير المتاح أو غير المتيسر	Non available water	9 - Eau indisponible
١٠ - النباتات الجفافية	Xerophytes	10 - Xérophytes
١١ - في الموقع (أي الخصائص الأصلية في الموقع)	In situ	11 - In situ
١٢ - جهاز مسجل المطر	Hyetograph	12 - Pluviographe
١٣ - التبخرات	Evaporites	13 - Evaporites
١٤ - التحليل الحبيبي	Granulometry	14 - Granulométrie
١٥ - عدم التوافق، عدم الانسجام	Unconformity	15 - Discordance
١٦ - التحليل الميكانيكي للرواسب	Mechanical Analysis	16 - Analyse mécanique
١٧ - الأشكال والظواهرات الدقيقة	Microforms	17 - Microformes
١٨ - حداريب، تموجات رملية	Sand ripples	18 - Bourrelets en vagues
١٩ - تشكيلة فارس الأدنى	Lower Fars	19 - Fars inférieure
٢٠ - عصر البلايستوسين	Pleistocene	20 - Plietocène
٢١ - معدلات التبخر الممكن	Saturation	21 - E.P. Evaporation Potentielle
٢٢ - درجة اشباع الهواء	Aridity Degree	22 - Saturation
٢٣ - درجة القحولة	Intensity	23 - Degré d'aridité
٢٤ - التركيز	Soil Water Content	24 - Intensité
٢٥ - للمحتوى المائي للتربة	Soil Moisture	25 - Teneur en eau du sol
٢٦ - رطوبة التربة	Uniformity	26 - Humidité du sol
٢٧ - نمط موحد (تطلي)	Soil Water State	27 - Unimodale
٢٨ - حالة أو وضع الماء في التربة		28 - Etat de l'eau du sol

29 - Capacité au champ	Field Capacity	٢٩- السعة الحقلية
30 - Capacité de rétention	Water Capacity	٣٠- السعة المائية
31 - Point de flétrissement permanent	Permanent Wilting	٣١- نقطة الذبول الدائم
32 - Point de flétrissement temporaire	Transient Wilting	٣٢- نقطة الذبول العارضي أو المؤقت
33 - Eau de gravité	Gravitational Water	٣٣- ماء الجاذبية الأرضية
34 - Eau capillaire absorbable	Capillary Absorbable Water	٣٤- الماء الشعري القابل للامتصاص
35 - Eau capillaire non absorbable	Capillary no absorbable Water	٣٥- الماء الشعري غير القابل للامتصاص
36 - Eau hygroscopique	Hygroscopic Water	٣٦- الماء الميجروسكوبي
37 - Notion d'eau utile	Useful Water Notion	٣٧- مفهوم الماء النافع المفيد للنبات
38 - Facteurs climatiques	Climatic Factors	٣٨- العوامل المناخية
39 - Facteurs édaphiques	Edaphic Factors	٣٩- العوامل المتعلقة بخصائص التربة والصخر الأم.
40 - Texture du sol	Soil Texture	٤٠- قوام التربة
41 - Ecoulement hypodermique	Inter-flow	٤١- الجريان المائي تحت سطح الأرض مباشرة
42 - Applicable	Applicable	٤٢- قابلة للتطبيق
43 - Halophytes	Halophytes	٤٣- النباتات المقاومة للملوحة
44 - Ephéméphytes	Ephemerals	٤٤- أعشاب حولية سريعة الزوال
45 - Mésophytes	Mesophytes	٤٥- نباتات متوسطة الحاجة للماء

فهرس الأشكال

صفحة

- (١) : الملامح العامة للمورفولوجية في منطقة الدراسة ١٠
- (٢) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ١ من السبخات الجافة ٢٢
- (٣) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٢ من السبخات الجافة ٢٣
- (٤) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٣ من حقول النباك ٢٨
- (٥) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٤ من حقول النباك ٢٩
- (٦) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٥ من الفرشات
الرملية الحديثة الدنيا ٣٢
- (٧) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٦ من الفرشات الرملية
الحديثة الدنيا ٣٣
- (٨) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٧ من الفرشات
الرملية الحديثة العليا ٣٧
- (٩) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٨ من الفرشات
الرملية الحديثة العليا ٣٨
- (١٠) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ٩ من الفرشات
الرملية الحديثة العليا ٣٩
- (١١) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ١٠ من الفرشات
الرملية الحديثة العليا ٤١
- (١٢) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ١١ من بطون
الأودية الجافة ٤٤
- (١٣) : التحليل الميكانيكي للرواسب السطحية في الموقع رقم ١٢ من بطون
الأودية الجافة ٤٥
- (١٤) : النظام الشهري للتساقط والحرارة في الكويت (مطار الكويت الدولي) ٥٠
- (١٥) : معدلات الرطوبة النسبية في الكويت لعام ١٩٨٥ (مطار الكويت الدولي) ٥٢

- (١٦): المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ١٩٨٩/٩/٢٦ في الموقعين
٧٥ من منطقة السبخات الجافة .
- (١٧): المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ١٩٨٩/٩/٢٦ في الموقعين
٧٦ ٤،٣ من منطقة حقول التباك .
- (١٨): المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ١٩٨٩/٩/٢٦ في الموقعين ٦،٥
٧٨ من منطقة الفرشات الرملية الحديثة الدنيا .
- (١٩): المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ١٩٨٩/٩/٢٦ في المواقع
٧٩ ١٠،٩،٨،٧ في منطقة الفرشات الرملية الحديثة العليا .
- (٢٠): المنحنى المائي - الرطوبي للرواسب السطحية في ١٩٨٩/٩/٢٦ في الموقعين
٨٢ ١٢،١١ من بطون الأودية السيلية الجافة .

فهرس الجداول

الصفحة

(١) : التساقط المطري الشهري والسنوي في مطار الكويت خلال	
الفترة (١٩٥٨-١٩٨٨)	٤٨
(٢) : العلاقة بين درجات الحرارة العظمى والدنيا وبين متوسط الرطوبة	
النسبة في مطار الكويت الدولي للفترة (١٩٥٨-١٩٨٢)	٥٣
(٣) : درجات الحرارة القصوى المسجلة في مختلف مناطق الكويت في أشهر	
الصيف خلال الفترة (١٩٥٤-١٩٨٦)	٥٥
(٤) : درجات الحرارة القصوى والدنيا على أعماق ٥ سم، ١٠ سم، و ٢٠ سم ضمن	
التربة في محطة مطار الكويت الدولي خلال الفترة (١٩٧٥-١٩٧٩)	٥٦
(٥) : يمثل أرقاماً قياسية تعبر عن شدة التساقط وتركزه في الكويت خلال الفترة	
١٩٥٤-١٩٨٥	٦٠
(٦) : توزيع النسب المئوية للمحتوى المائي - الرطوبي في الرواسب السطحية	
للمنطقة المدروسة	٦٨'
(٧) : تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي PF خلال موسم التساقط	
الريبي وحتى نهاية فصل الجفاف النظري في أواخر سبتمبر ١٩٨٩	٨٧
(٨) : تغيرات المحتوى المائي - الرطوبي وطاقة الاحتواء المائي PF خلال موسم	
التساقط الخريفي ١٩٨٩ وموسمي التساقط الشتوي والريبي لعام ١٩٩٠	٨٩
(٩) : جدول تمثيلي يوضح حالات الماء في الشرب والرواسب السطحية والقيم المميزة	
لطاقة الاحتواء المائي وعلاقتها بالحياة النباتية	١١٣
(١٠) : القيم المميزة للمحتوى المائي في الرواسب السطحية وعلاقتها بطاقة	
الاحتواء المائي ومعدلات الـ PF	١١٤

فهرس الصور الملحقه بالبحث

الصفحة

- ١ - احدى الحفر المخصصة لجمع العينات عل أعماق تصل حتى ١٢٥ سم ١٣
- ٢ - جهاز مسجل المطر الذي تم تركيبه في المنطقة المدروسة خصيصاً لهذا البحث ١٦
- ٣ - احدى السبخات الجافة في منطقة الدراسة ٢٠
- ٤ - أحد حقول النباك في منطقة الدراسة ٢٥
- ٥ - احدى الفرشات الرملية الحديثة الدنيا جنوب شرق طريق الصبية ٣١
- ٦ - احدى الفرشات الرملية الحديثة العليا شمال غرب طريق الصبية ٣٦
- ٧ - أحد الأودية السيلية الجافة عند ادم حافة جبال الزور ٤٢

محتويات البحث

الصفحة	
٧	- مقدمة
٩	- هدف البحث
١١	- طريقة البحث
١٧	- الدراسات السابقة
١٩	- تصنيف الوحدات المورفويديولوجية في القطاع المدروس
١٩	١- السبخات الجافة
٢٤	٢- حقول النباك (الكثبان الساحلية)
٣٠	٣- الفرشات الرملية الحديثة الدنيا
٣٤	٤- الفرشات الرملية الحديثة العليا
٤١	٥- بطون الأودية الجافة عند أقدام حافة جبال الزور
٤٦	- الظروف المناخية
٤٦	١- طول فترات الجفاف التي ينعدم فيها التساقط
٥١	٢- شدة التبخر
٥٤	٣- درجات الحرارة المرتفعة للهواء وللترية
٥٩	٤- التركز المطري الشديد والتباين السنوي في معدلات التساقط
٦٢	- وقائع التساقط المطري في المنطقة المدروسة وتوزعه الزمني خلال فترة البحث
٦٥	- مناقشة التساقط المطري في المنطقة المدروسة خلال فترة البحث
٦٧	- المحتوى المائي - الرطوبي في الوحدات المورفويديولوجية المدروسة
٧٠	- تفاوت معدلات المحتوى المائي - الرطوبي تبعاً للوحدات المورفويديولوجية
٧٠	١- السبخات الجافة
٧١	٢- حقول النباك
٧١	٣- الفرشات الرملية الحديثة الدنيا
٧١	٤ الفرشات الرملية الحديثة العليا
٧٢	٥- الأودية الجافة عند أقدام حافة جبال الزور

١١-	منحنيات المحتوى المائي - الرطوبي في نهاية الفصل الجفاف لعام ١٩٨٩	٧٣
١-	منحني المحتوى المائي - الرطوبي في السبخات الجافة	٧٣
٢-	منحني المحتوى المائي - الرطوبي في رواسب حقول النياك	٧٤
٣-	منحني المحتوى المائي - الرطوبي في رواسب الفرشات الرملية الحديثة الدنيا	٧٧
٤-	منحني المحتوى المائي - الرطوبي في رواسب الفرشات الرملية العليا	٧٧
٥-	منحني المحتوى المائي - الرطوبي في بطون الأودية الجافة	٨٠
١٢-	أوضاع المحتوى المائي - الرطوبي في الرواسب السطحية في منطقة الدراسة	٨٣
١٣-	محاولة لتفسير تباينات المحتوى المائي - الرطوبي في الرواسب السطحية في منطقة الدراسة ومناقشة تلك التباينات	٩١
١٤-	النتائج التطبيقية للبحث	١٠٣
	- هوامش البحث	١٠٩
	- مراجع البحث العربية وغير العربية	١١٥
	- المصطلحات العلمية والتقنية الواردة في البحث باللغات الثلاث	
	العربية والانكليزية والفرنسية	١١٨
	- فهرس الأشكال	١٢٠
	- فهرس الجداول	١٢٢
	- الصور الملحقة بالبحث	١٢٣
	- محتويات البحث	١٢٥



طبع هذا الكتاب بدعم مالي من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

هذا الكتاب

إن حفظ التحفيز التي دأبت حكومة الكويت من خلال هيئاتها ومؤسساتها المختصة على تنفيذها والدعوة إليها تحتاج إلى عديد من الدراسات العلمية المتعمقة الهادفة إلى معرفة بالأرض التي ستقود عليها تلك الحسطة والامكانيات الطبيعية التي تتضمنها عناصرها الجيومورفولوجية المختلفة. ومن هنا كان هذا الكتاب الذي يتناول دراسة علمية تفصيلية لمنطقة كاظمة الواقعة شمال حوض الكويت.

ويركز هذا البحث على استكشاف الدور الذي تلعبه الخصائص الفيزيائية للتشكيلات السطحية في منطقة الدراسة. واختلاف محتواها المائي في الفصول المختلفة. وأثر كل ذلك على النباتات الطبيعية أو تلك التي سيتم زراعتها في المنطقة. وقد تم الاعتناء على الدراسة الميدانية بشكل أساسي. ثم على الفحوص الحثيرية بالإضافة إلى المصادر المختلفة التي تناولت هذه المنطقة بالدراسة والتحليل.

ويأتي الاهتمام بهذه المنطقة لأهميتها التاريخية وصيتها الدائم في الذاكرة العربية. باعتبارها من مزارع العرب الخصبة التي تردد ذكرها في الشعر العربي القديم، ثم لقربها من مدينة الكويت، وقد سبق أن اقترح هذه المنطقة لتكون حديقة وطنية ورفقة طبيعية للكويت.

وتمثل هذا الكتاب واحداً من سلسلة من الكتب التي تناولت حوام مختلفة من جغرافية الكويت أصدرتها وحدة البحث والترجمة باسم الجغرافيا بجامعة الكويت بالتعاون مع الجمعية الجغرافية الكويتية وقد تفضلت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي بالمساعدة في نشرها تأكيداً لسلالهداف التي تسعى إليها المؤسسة في دعم البحث العلمي بدولة الكويت.

